سلسلۂ مطبوعات نمبر ۱۲۸

اضافیت

(آئن شٹائن کے نظریہ کی عام فہم تشریح)

تصنیف

ڈاکٹر رضی الدین صاحب صدیقی

پروفیسر ریاضیات جامعۂ عثمانیہ

شائع کردہ

انجمن ترقیٔ اردو (ہند)، دہلی

سنہ ۱۹۴۰ء

خان صاحب عبداللطیف نے لطیفی پریس دہلی میں چھاپا

اور

منیجر انجمن ترقیِ اُردو (ہند) نے دہلی سے شائع کیا

"چوں زبانۂ شمع پیشِ آفتاب
ہست باشد نیست باشد در حساب
ہست باشد ذات او تا تو اگر
برنہی پنبہ بسوزد آں شرر
نیست باشد روشنی ندہد ترا
کردہ باشد آفتاب او را فنا
در دو صد من شہد یک اوقیہ زخل
چوں در افگندی و در وے گشت حل
نیست باشد طعم او چوں می چشی
ہست یک اوقیہ فزوں چوں می کشی

(مثنوی مولانا جلال الدین رومیؒ)

فہرست مضامین

صفحہ

دیباچہ ۹

پہلا باب - ۱۹ ویں صدی میں کائنات کا تصوّر ۱۷

دوسرا باب- وہ تجربی نتیجے جو قدیم نظریہ کے خلاف ہیں ۲۷
۱- عطارد کے مدار میں غلطی ۲۷
۲- الکٹرون کی کمیت میں اضافہ ۳۰
۳- میکلسن - مورلے کا تجربہ ۳۲
۴- متحرک جسم کے طول میں کمی ۳۹

تیسرا باب- مکاں اور زماں ۴۲

۱- مکاں اور زماں کے متعلق قدیم فلسفیانہ تصوّر ۴۲
۲- مکاں اور زماں کے متعلق نیوٹن کا تصوّر ۴۷
۳- مکاں اور زماں کے متعلق آئن شٹائن کا تصوّر ۵۱
۴- حوالے کے محدد اور نظام۔ بُعد کا مفہوم ۵۵
۵- واقعات کا درمیانی وقفہ ۶۱

چوتھا باب- اضافیت کا محدود نظریہ ۶۴

۱- آئن شٹائن کے مفروضے ۶۴

صفحہ

۲- مختلف مشاہدین کے تجربوں کا مقابلہ ۶۶
۳- محدود نظریہ اضافیت کے چند اہم نتیجے ۷۰
۴- مجاز اور حقیقت ۷۹

پانچواں باب- اضافیت کا عام نظریہ ۸۲

۱- بنیادی مفرد شے ۸۲
۲- قوت کی اضافیت ۸۴
۳- عام اضافیت کا اصول ۹۱

چھٹا باب- فضا کا پیچ و خم ۹۴

۱- قوت کا تصور غیر ضروری ہے ۹۴
۲- آسان ترین راستہ ۹۶
۳- نا اقلیدسی ہندسہ ۹۷
۴- عام اضافیت کا ہندسہ نا اقلیدسی ہے یعنی فضا ٹیڑھی ہے ۱۰۰
۵- قوت فضا کی خاصیت ہے ۱۰۲
۶- آئن سٹائن کا قانون تجاذب ۱۰۳

ساتواں باب- عام اضافیت کی تصدیق تجربوں سے ۱۰۶

۱- سائنسی نظریہ کی ماہیت ۱۰۶
۲- عطارد کا راستہ ۱۰۷

صفحہ

۳۔ روشنی کا وزن ۱۰۸
۴۔ مادّہ اور توانائی ایک ہی ہیں ۱۱۳
۵۔ روشنی کی موجیں ۱۱۴
۶۔ آئن سٹائن کا نظریہ نیوٹن کے نظریہ کی ارتقائی صورت ہے ۱۱۷

آٹھواں باب۔ کائنات کی انتہا ۱۱۹

۱۔ کائنات کا قدیم تصوّر ۱۱۹
۲۔ کائنات بے انتہا نہیں ہے ۱۲۰
۳۔ کائنات کی سرحد یا کنارہ نہیں ہے ۱۲۱
۴۔ کائنات کے دو نمونے ۱۲۳
۵۔ آئن سٹائن کی کائنات ۱۲۴
۶۔ ڈے سٹر کی کائنات ۱۲۶

نواں باب۔ کائنات کا پھیلاؤ ۱۳۰

۱۔ سحابیوں کا نظام ۱۳۰
۲۔ سحابیوں کا ایک دوسرے سے دور ہونا ۱۳۲
۳۔ کائنات پھیل رہی ہے ۱۳۴
۴۔ کائنات کیوں بے انتہا نہیں ہے ۱۳۶
۵۔ کائنات کا چکّر نہیں لگایا جاسکتا ۱۳۷

صفحہ

دسواں باب۔ کائنات کا ارتقا اور انجام ۱۳۹
۱۔ کائنات کی ابتدائی حالت ۱۳۹
۲۔ کائنات میں ابتدائی خلل۔ سحاب کی پیدائش ۱۴۰
۳۔ کائنات کے پھیلاؤ کی وجہ ۱۴۱
۴۔ ستاروں اور سیاروں کی پیدائش ۱۴۲
۵۔ توانائی کی افادیت۔ ناکارگی کا قانون ۱۴۲
۶۔ کائنات کا خاتمہ ۱۴۵
گیارھواں باب۔ نظریۂ اضافیت کی موجودہ صورت حال ۱۴۷
۱۔ جدید تحقیقوں کے تین بڑے مسئلے ۱۴۷
۲۔ برقیات اور اضافیت ۱۴۷
۳۔ کونیات ۱۴۹
۴۔ نظریہ جوہر اور اضافیت ۱۵۰
فرہنگ اصطلاحات ۱۵۳
اشاریہ

دیباچہ

اس کتاب کو میں نے ۱۹۳۸ء کے اوائل میں علاّمہ اقبال کی خاطر لکھنا شروع کیا تھا۔ مرحوم کی بڑی خواہش تھی کہ نظریۂ اضافیت کے بُنیادی اُصولوں سے واقف ہوجائیں تاکہ جدید فلسفہ پر اس نظریہ کا جو گہرا اثر ہؤا ہی اس کا اندازہ کرسکیں۔ ابھی کتاب کے پہلے تین باب بھی ختم نہیں ہوئے تھے کہ علاّمہ اقبال کا انتقال ہوگیا اور پھر ایک عرصے تک مسودے کو ہاتھ لگانے کی نوبت نہیں آئی۔ چند مہینوں کے بعد جامعہ عثمانیہ کی طرف سے عوام کے لیے علمی تقریروں کا ایک سلسلہ جاری کیا گیا اور اس ضمن میں مجھے بھی نظریۂ اضافیت پر چند لکچر دینے پڑے۔ ان لکچروں کے دوران میں اور دوسرے کئی موقعوں پر میں نے محسوس کیا کہ لوگوں میں اس مشہور نظریہ کے متعلق صحیح معلومات حاصل کرنے کا شوق بڑھتا جارہا ہی۔ خصوصًا جب سے سرشاہ محمد سلیمان نے حیدرآباد کے ٹاؤن ہال میں تقریر کی ہی اور آئن شٹائن کے نظریہ کو مہمل قرار دیا ہی اور اس کے علاوہ موصوف کے جو بیانات اخباروں اور رسالوں میں شایع ہوئے ہیں ان کی بنا پر تعلیم یافتہ طبقے میں اشتیاق پیدا ہوگیا ہی کہ اس نظریہ کے بُنیادی اُصولوں اور نتیجوں سے واقفیت حاصل کریں۔ اسی لیے مولوی عبدالحق صاحب قبلہ کی خواہش پر موسمِ گرما کی گزشتہ تعطیلوں میں اس کام کو ختم کیا گیا۔ اس کا نتیجہ ایک

چھوٹی کتاب کی شکل میں آپ کے سامنے پیش ہے۔

لوگوں کے دلوں پر نظریۂ اضافیت کا ڈر بہت چھایا ہوا ہے اور پہلے ہی سے یہ بات ان کے ذہن میں جم گئی ہے کہ اس نظریے کے متعلق وہ کچھ بھی نہیں سمجھ سکتے۔ ایک افسانہ یہ مشہور ہے کہ دنیا میں صرف دس بارہ ریاضی داں ایسے ہیں جو اس نظریے کو سمجھنے کے قابل ہیں۔ یہ محض افسانہ ہی افسانہ ہے۔ ہر وہ ریاضی داں جس نے ریاضی کی اس شاخ کا باضابطہ مطالعہ کیا ہے اس نظریے کو اچھی طرح سمجھ سکتا ہے۔ فرق اس قدر ہے کہ ریاضی کی یہ شاخ کسی جامعہ کے ایم۔ اے کے نصاب میں بھی شامل نہیں ہے اور جو لوگ اس سے دلچسپی رکھتے ہیں وہ ایم۔ اے کے بعد اس کا مطالعہ کرتے ہیں۔ اس کے علاوہ علم طبیعیات سے بھی اچھی خاصی واقفیت درکار ہے۔ لیکن یہ کوئی غیر معمولی مشکلیں نہیں ہیں۔ جہاں تک مشکل ہونے کا سوال ہے نظریۂ اضافیت کا اس سے کوئی تعلق نہیں۔ علم ریاضی میں کئی نظریے ایسے ہیں جو نظریہ اضافیت سے بے حد زیادہ مشکل ہیں۔

غیر ریاضی دانوں کے لیے اس نظریہ کی دقتیں مختلف اسباب پر مبنی ہیں۔ جیسا کہ میں نے ابھی کہا ہے اس نفسیاتی اثر کے تحت کہ یہ نظریہ ان کی سمجھ سے بالاتر ہے، ان کا دماغ غیر شعوری طور پر اس کے مطالب کو اخذ کرنے سے قاصر رہتا ہے۔ ایک بڑی وجہ یہ بھی ہے کہ اس موضوع پر جو کتابیں یا مضمون لکھے جاتے ہیں عام طور پر ان لوگوں کے لکھے ہوتے ہیں جنھوں نے خود

اس نظریہ کا ریاضیاتی مطالعہ نہیں کیا ہے اور محض شہرت یا منفعت کی خاطر کسی عام فہم تصنیف سے مواد حاصل کرلیا ہے۔ یہ مرض تقریباً سب ملکوں میں کم و بیش پایا جاتا ہے۔ کتابیں یا مضمون اس لیے نہیں لکھے جاتے کہ مصنف نے اس موضوع کا گہرا مطالعہ کیا ہے اور وہ اس موضوع پر کوئی نئی روشنی ڈال سکتا ہے۔ یہ لوگ دیکھتے ہیں کہ کسی خاص موضوع سے عوام کو زیادہ دلچسپی ہے اور اس پر کوئی کتاب یا مضمون لکھ کر شہرت یا مالی فائدہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ بس اس تصنیف کی خاطر وہ مختلف کتابوں سے تھوڑا بہت پڑھ لیتے ہیں اور جھٹ کتاب تیار ہوجاتی ہے۔ پھر کیا تعجب ہے اگر بقول باٹرن کے ان کی یہ تشریح بھی تشریح طلب رہ جائے۔

ایک حد تک عوام کی غلط فہمی کے ذمّہ دار روزانہ اور ہفتہ وار اخباروں کے سنسنی خیز کالم بھی ہیں۔ اخبار نویس جب سنتے ہیں کہ نظریۂ اضافیت نے سائنس اور فلسفے کے بنیادی تصوّروں میں انقلاب پیدا کیا ہے تو وہ فوراً ماہرین سے "انٹرویو" کرکے یا ان کے لکچروں میں سے اپنے مطلب کا مواد انتخاب کرکے اور اس کو توڑ مروڑ کر ایسے پیرائے میں بیان کرتے ہیں جس سے عوام میں سنسنی پھیل جائے۔ پروفیسر آئن سٹائن اور دوسرے ماہرین نے اس قسم کے مضمونوں کے خلاف کئی مرتبہ احتجاج کیا ہے۔

سائنس کے جدید اُصولوں اور نتیجوں سے ناواقفیت کی

تھوڑی بہت ذمّہ داری خود ہم پر بھی عائد ہوتی ہے۔ اوّل تو ہم کو اپنے خاص مضمون کے علاوہ کسی دوسرے مضمون کے متعلق کچھ معلوم کرنے کی خواہش ہی نہیں ہوتی اور اپنے ضمیر کو ہم اس طرح تسلّی دے لیتے ہیں کہ ان معلومات کے حاصل کرنے سے ذرّہ برابر فائدہ نہیں۔ اگر اتفاقاً ہم کو یہ بھی معلوم ہوجائے کہ روز مرّہ کی دنیا اور عملی زندگی میں نظریۂ اضافیت سے کوئی فائدہ نہیں اُٹھایا جاسکتا تو چلیے چھٹی ہوئی۔ ہماری نظروں میں یہ نظریہ محض چند دیوانوں کا مشغلہ رہ جاتا ہے جس کے لیے کسی سمجھ دار شخص کو سر کھپانے کی ضرورت نہیں۔ لیکن ہم بھول جاتے ہیں کہ افادیت ہی کسی مضمون سے واقفیت یا ناواقفیت کا معیار نہیں ہے۔ بعض باتیں ایسی بھی ہیں جو ہماری تہذیب (کلچر) کا جزو بن گئی ہیں اور جن سے واقف ہونا ہر تعلیم یافتہ شخص کے لیے لازمی ہے۔ مثلاً اس علم سے کہ زمین گول ہے ہم اپنی روز مرّہ زندگی میں کیا فائدہ اُٹھاتے ہیں بلکہ اکثر کاروبار میں جیسے مکان کی دیواریں اُٹھاتے وقت ہم یہ فرض کرلیتے ہیں کہ زمین چپٹی ہے۔ اسی طرح عملی دُنیا میں اس علم کی کب ضرورت پڑتی ہے کہ سورج زمین کے گرد نہیں بلکہ زمین سورج کے گرد گھوم رہی ہے۔ بات چیت میں تو ہم یہی کہتے ہیں کہ سورج طلوع ہورہا ہے یا سورج غروب ہورہا ہے۔ اس کے باوجود اگر ہماری کسی ایسے شخص سے ملاقات ہو جسے معلوم ہی نہ ہو کہ زمین گول ہے یا چپٹی یا یہ کہ سورج گھوم رہا ہے یا زمین گھوم رہی ہے تو کیا ایسے شخص کو ہم انتہا درجے کا لاعلم نہیں تصوّر کریں گے؟

یہی حال اب نظریۂ اضافیت کا ہو گیا ہے۔ اس کے بنیادی تصوّر اور عام اُصولوں اور نتیجوں سے واقف ہونا ہر تعلیم یافتہ اور مہذب شخص کے لیے ضروری ہے۔

کسی سائنس خصوصًا طبیعی سائنس کے نظریہ کو بیان کرنے کا فطرتی ذریعہ ریاضی کی علامتیں ہیں اور ظاہر ہے کہ اس نظریہ کو تفصیلی طور پر اور باضابطہ ثبوت کے ساتھ مطالعہ کرنے کے لیے علم ریاضی کی اعلیٰ شاخوں سے واقفیت ضروری ہے۔ لیکن بُنیادی اُصولوں اور نتیجوں کو عام زبان میں بیان کرنا ممکن ہے جس کو ایک ایسا تعلیم یافتہ شخص سمجھ سکے جس نے میٹرک میں ابتدائی ریاضی سیکھی ہو۔ ضرورت اس کی ہے کہ ایک علمی کتاب کو غور و فکر کے ساتھ پڑھیں۔ ممکن ہے کہ پہلی مرتبہ پڑھتے وقت بعض مقام مشکل یا پیچیدہ معلوم ہوں لیکن دوبارہ پڑھتے وقت حیرت ہوگی کہ یہی مقامات کس قدر آسانی سے سمجھ میں آجاتے ہیں۔ اس کے علاوہ کسی علمی کتاب کو ہمیشہ اگلے اور پچھلے ورق اُلٹا اُلٹا کر پڑھنا چاہیے اور اگر کوئی ایسی اصطلاح آجائے جس کا مفہوم ذہن میں نہ رہے تو اس حصّے کا دوبارہ مطالعہ کرنا چاہیے جہاں یہ اصطلاح پہلی مرتبہ آئی ہے۔ اس مقصد کے لیے اشاریہ (Index) سے مدد لی جاسکتی ہے۔

جہاں تک ممکن ہؤا اس کتاب میں اصطلاحوں، ریاضی کی علامتوں اور ضابطوں سے پرہیز کیا گیا ہے۔ کہیں کہیں چند ایسی اصطلاحیں ضرور دی گئی ہیں جو عام طور پر اخباروں اور مضمونوں

میں استعمال ہوتی ہیں اور جو لوگوں کی زبان پر چڑھ گئی ہیں۔ لیکن ہر جگہ ان اصطلاحوں کی تشریح اس قدر وضاحت سے کردی گئی ہے کہ ان کے سمجھنے میں کوئی دقّت نہیں ہوگی۔ جو لوگ انگریزی اصطلاحوں سے زیادہ مانوس ہیں ان کی خاطر کتاب کے آخر میں ایک فرہنگ دی گئی ہے جس میں اردو کی اصطلاحوں کے مقابل انگریزی کی اصطلاحیں درج ہیں۔ جیساکہ ہم نے ابھی کہا ہے اگر کسی اصطلاح کا مفہوم یاد نہ رہے تو اشاریہ کی مدد سے اس کی تعریف اور تشریح دیکھ لی جاسکتی ہے۔

پوری کتاب میں دوچار ضابطے بھی آگئے ہیں۔ اول تو یہ بہت ہی آسان ہیں جن کو میٹرک کی ابتدائی ریاضی سے واقف شخص بھی سمجھ سکتا ہے۔ اس کے علاوہ عام زبان میں ان ضابطوں کا مطلب پوری طرح بیان کردیا گیا ہے۔ اس کے باوجود اگر یہ سمجھ میں نہ آئیں تو ہمّت ہارنے کی ضرورت نہیں۔ نفس مضمون اور استدلال پر اس کا کوئی اثر نہیں پڑتا بلکہ بنیادی تصوّر ان ضابطوں کے بغیر بھی واضح ہوجاتا ہے۔

کتاب کے پہلے دوتین باب کسی قدر غیر دلچسپ اور مشکل معلوم ہوں گے لیکن اس کی فکر کیے بغیر آگے بڑھ جانا چاہیے۔ امید ہے کہ چوتھے باب سے کتاب کافی دلچسپ اور آسان معلوم ہوگی اور اس حصّے کو سمجھ جانے کے بعد ابتدائی حصّے کے دوبارہ پڑھنے اور سمجھنے میں بھی زیادہ دقت نہیں ہوگی۔

فلسفہ اور سائنس پر نظریۂ اضافیت کا بہت بڑا اثر پڑا ہے۔

کائنات کے تصور میں تو اس کی وجہ سے انقلاب ہوگیا ہے۔ چاہیے تو یہ تھا کہ اضافیت کا فلسفہ بھی یہاں بیان کردیا جاتا لیکن اس کے لیے مادّے اور توانائی کی خاصیت اور حقیقت سے واقف ہونا اور کوانٹم نظریہ (Quantum Theory) کے بُنیادی اُصول کا علم بھی ضروری ہے۔ موجودہ کتاب کو اس سلسلے کی پہلی کڑی سمجھا جائے۔ آئندہ دوسری کتاب میں مادّے اور توانائی کی ماہیت پر اور پھر تیسری کتاب میں فلسفیانہ مسئلوں پر بحث کی جائے گی۔ فقط

رضی الدّین صدّیقی

حیدرآباد دکن۔ جون ۱۹۲۹ء

پہلا باب

۱۹ ویں صدی میں کائنات کا تصوّر

نظریۂ اضافیت پر آئن شٹائن کا پہلا پرچہ ۱۹۰۵ء میں شایع ہوا۔ لیکن اس سے چند سال پیشتر ہی ماہرین سائنس کو متعدد تجربوں کی بنا پر یہ محسوس ہو چلا تھا کہ حرکت اور تجاذب کے ان قوانین کو جو نیوٹن کے نام کے ساتھ وابستہ ہیں اصلی شکل میں برقرار رکھنا ممکن نہیں ہے۔ اس قدیم نظریہ کو صدیوں کے دوران میں مشہور علمائے ریاضی نے اس قدر ترقی دی تھی کہ نہ صرف طبیعیات اور ہیئت میں یہ ہمہ گیر حیثیت حاصل کر چکا تھا بلکہ فلسفۂ علم اور کائنات کے تصور میں بھی اس کا بہت کافی اثر قایم ہو گیا تھا۔

اس اثر کو سمجھنے کے لیے ہم علم حرکت کے ارتقا پر ایک سرسری نظر ڈالیں گے۔ مورخوں کا متفقہ خیال ہے کہ سائنس کی ابتدا علم ہیئت سے ہوئی ہے۔ سورج اور چاند کے طلوع و غروب کے مناظر کا علم سب سے پہلے اور پھر تمام ستاروں کی روزانہ حرکت کا انکشاف ہوا۔ اس منزل پر یہ لازمی تھا کہ جو چیز جس طرح وقوع پذیر ہوتی ہوئی نظر آئے اس کو اصلیت پر مبنی سمجھا جاتے۔ چنانچہ زمین کو ساکن اور تمام کائنات کا مرکز مان لیا گیا۔ آسمان کے مختلف

طبقے قرار دیے گئے جن میں مختلف اجرام فلکی جڑے ہوئے تھے اور جو سب کے سب زمین کے گرد دائروں اور مختلف ٹیڑھے راستوں میں متحرک فرض کیے گئے تھے۔ یہ بطلیموسی نظام جس کی ابتدا مصر اور بابل میں ہوئی، جس کی تنظیم یونانیوں نے کی اور جس میں ہندوؤں اور عربوں نے معتدبہ اضافہ کیا تقریباً سولھویں صدی تک رائج رہا۔

اضافیت کا سب سے پہلا تصور زمین کی شکل سے متعلق ہے۔ یہیں سے پہلی مرتبہ انسان کو احساس ہوا کہ ہماری آنکھ سے جو چیز بظاہر نظر آتی ہے اس کی اصلیت ممکن ہے کچھ اور ہو۔ مثلاً ہمارے گرد و پیش نظر ڈالنے سے ہم محسوس کرتے ہیں کہ گویا زمین چپٹی ہے۔ قبل تاریخی عہد سے لے کر یونانیوں کے زمانے تک زمین کی اس چپٹی شکل کا تصور قایم رہا۔ لیکن بعض یونانی مفکّرین نے اس کا انکشاف کرلیا تھا کہ زمین کی شکل گول ہے۔ اس انکشاف کے ساتھ ہی "اوپر" کی سمت اور "نیچے" کی سمت کے جو مفہوم اس وقت تک قطعی سمجھے جاتے تھے اضافی ہوگئے کیوں کہ جو سمت قطب شمالی کے باشندے کے لیے اوپر کی سمت ہے وہ قطب جنوبی کے باشندے کے لیے نیچے کی سمت ہوگی۔ اوپر اور نیچے کی سمتوں میں یہ اضافیت آج کل ہر سمجھ دار شخص کی نظر میں ایک بدیہی امر ہے جس کی تشریح کی ضرورت نہیں۔ لیکن یونانیوں کے زمانے میں یہی چیز ایک عجوبہ اور معمّہ تھی جس کو حقیقت سے دور تصوّر کیا جاتا تھا۔

آئن شٹائن سے قبل بھی علم حرکت میں اضافیت کا تصوّر موجود تھا جس کو اب "گلیلیو کا اصول اضافیت" کہا جاتا ہے۔ اس

اُصول کا مفہوم مختصر طور پر یہ ہی کہ سیدھی اور یکساں رفتار سے حرکت کرنے والے مشاہد کے لیے نیوٹن کے قوانین حرکت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ یہ اُصول صرف علم حرکت کی حد تک صحیح ہی، برقی مظاہر کے لیے صحیح نہیں ہی قوانین برق میں مشاہد کی سیدھی اور یکساں رفتار کی وجہ سے بھی فرق پڑ جاتا ہی۔ آئن شٹائن نے گلیلیو کے اُصول اضافیت کو عام کرنے کی کوشش کی ہی تاکہ مشاہد کی ہر طرح کی حرکت سے تمام قوانینِ قدرت غیر متاثر رہیں۔ اس طرح ہم دیکھتے ہیں کہ آئن شٹائن کا اُصول قدیم اُصولوں کا منطقی نتیجہ ہی اور فلسفیانہ طور پر بھی ہمارے لیے زیادہ تشفی بخش ہی کیوں کہ کسی مشاہد کا مقام یا اس کی رفتار اس کا ذاتی معاملہ ہی۔ یہ بڑی نادانی ہوگی اگر ہم خیال کریں کہ مشاہد کی رفتار کا اثر ان مظاہر پر پڑتا ہی جن کا تجربہ یا مشاہدہ کیا جا رہا ہی۔

ہم نے بیان کیا ہی کہ بطلیموس کے مبنیٔ نظام میں زمین کو تمام کائنات کا مرکز سمجھا جاتا ہی جس کے گرد سارے اجرام فلکی گردش کرتے ہیں۔ ۱۵۴۳ء میں کوپرنیکس نے دعوے کیا کہ یہ بھی نظر کا فریب ہی۔ کائنات میں انسان کی ایسی کچھ زیادہ اہمیّت نہیں۔ زمین نظامِ شمسی کا ایک رکن ہی جس کا مرکز سورج ہی۔ اور جو اپنے محور کے گرد لٹّو کی طرح گھوم رہی ہی۔ خود زمین اور دوسرے سیّارے سورج کے گرد دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔ یہ بے شمار ستارے جو ہم کو اس قدر قریب اور چھوٹے نظر آتے ہیں اصل میں بہت بڑے ہیں لیکن دوُر دراز فاصلے پر واقع ہیں۔ ان میں سے ہر ایک ہمارے سورج کی طرح ایک سورج ہی جو اس نظام کا مرکز ہی اور

اس کے گرد متعدد سیارے گردش کرتے ہیں۔ اس سادہ مفروضہ
کی بنا پر کہ سورج نظامِ شمسی کا مرکز ہے اور سیارے اس کے گرد
حرکت کرتے ہیں کوپرنیکس نے ہیئتی مشاہدوں کی توجیہ کی لیکن کیپلر
نے ۱۶۱۸ء میں دریافت کیا کہ سورج کے گرد سیاروں کے مدار
دائرے نہیں بلکہ دائرے کی شکل کے منحنی ہیں جن کو ناقص (بیضاوی)
کہتے ہیں اور جن کے ایک ماسکہ پر سورج واقع ہے۔ اس کے علاوہ
کیپلر نے اور دو قوانین معلوم کیے جن سے سیاروں کے مدار کا ناپ
اور ان کے ایک پوری چکّر کا وقت معلوم ہوتا ہے۔ کیپلر کے یہ تین
قوانین بہت اہم ہیں اور نیوٹن کے قانونِ تجاذب کا انکشاف
انہی پر مبنی ہے۔

اسی زمانے میں گلیلیو نے علم حرکت کے اُصول کو منظّم کیا
جو بتدریج معلوم ہوتے چلے آئے تھے۔ اس ضمن میں اس کا وہ
تجربہ جو اس نے "پیسا" (Pisa) کے مینار پر کیا تھا بہت
مشہور ہے۔ اس تجربے سے اس نے ثابت کیا تھا کہ زمین کی سطح
پر گرنے والے اجسام کا اسراع مستقل ہے۔ کسی متحرک جسم کی رفتار
جس شرح سے بدلتی ہے اس کو "اسراع" کہتے ہیں۔ کوپرنیکس کے
ہیئتی نظام کی اشاعت میں بھی گلیلیو نے بڑا کام کیا اور چوں کہ
یہ خیالات کلیسائے روم کی تعلیم سے مختلف تھے اس لیے اربابِ کلیسا
کے ہاتھوں بہت زحمت اُٹھائی۔

گلیلیو کا اُصول حرکت | قوّت کے مفہوم سے ہم سب واقف ہیں۔
سوال یہ ہے کہ قوت سے حرکت کس طرح پیدا ہوتی ہے۔ سادہ ترین

ورنہ وہ ہے جب کہ کوئی قوت موجود نہ ہو۔ اس صورت میں اگر کوئی جسم ساکن ہو تو یقیناً اس میں کوئی حرکت نہیں پیدا ہو سکتی۔ متقدمین کو یہ اُصول تو معلوم تھا لیکن ساتھ ہی ان کا یہ بھی خیال تھا کہ اس کا برعکس بھی صحیح ہے۔ یعنی جب کبھی حرکت پائی جائے تو اس حرکت کو قایم رکھنے کے لیے قوّت کی ضرورت ہے۔ اگر اس اُصول کو مان لیا جائے تو سمجھ میں نہیں آتا کہ ایک پتھّر پھینکا جائے تو اس کی حرکت کس طرح جاری رہ سکتی ہے کیوں کہ قوّت تو اسی وقت ختم ہو جاتی ہے جب کہ پتھر ہاتھ سے نکلتا ہے۔ متقدّمین نے اس کی بہت کوشش کی کہ وہ قوتیں معلوم کریں جو پتھر کی حرکت کو قایم رکھتی ہیں۔ گلیلیو پہلا شخص تھا جس نے اس مسئلہ کو حل کیا۔ اس نے بتلایا کہ سِرے سے یہ اُصول ہی غلط ہے کہ جہاں کہیں حرکت ہو وہاں قوت بھی ہونی چاہیے۔ تجربوں کی بنا پر اس نے ثابت کیا کہ قوت کا اثر رفتار کی تبدیلیوں پر ہوتا ہے۔ جب حرکت میں رفتار کی مقدار اور سمت دونوں مستقل رہتے ہیں اس کو قایم رکھنے کے لیے کسی قوت کی ضرورت نہیں۔ ساتھ ہی اس کا برعکس بھی صحیح ہے کہ جب کوئی قوت عمل نہیں کرتی تو رفتار کی مقدار اور سمت مستقل رہتے ہیں۔ مثلاً اگر کوئی جسم ساکن ہو تو وہ حالت سکون میں رہتا ہے اور کوئی جسم ہموار رفتار سے خط مستقیم (سیدھے خط) میں حرکت کر رہا ہو تو وہ اسی طرح حرکت کرتا رہتا ہے۔ اس اُصول کو "جمود کا قانون" کہتے ہیں۔

اس سے معلوم ہوُا کہ قوت، حرکت کے ساتھ نہیں بلکہ رفتار کی

تبدیلی کے ساتھ وابستہ ہے۔ اس تبدیلی اور قوت میں کیا رشتہ ہے۔ اس کا فیصلہ صرف تجربوں کی بنا پر ہی ہو سکتا ہے اس رشتے کو واضح طور پر نیوٹن نے بیان کیا ہے جو نیوٹن کا قانون حرکت کہلاتا ہے۔ کسی جسم پر کوئی قوت عمل کرے تو وہ اس جسم کی رفتار میں تبدیلی پیدا کرتی ہے۔ اور اس تبدیلی کی شرح قوت کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنے بالفاظ دیگر "قوت ایک اسراع پیدا کرتی ہے جو قوت کے متناسب ہے" کسی دیے ہوئے جسم کے لیے قوت اور اسراع کی نسبت مستقل ہوتی ہے جس کو اس جسم کی "کمیت" کہتے ہیں یعنے

$$\frac{\text{قوت}}{\text{اسراع}} = \text{کمیّت}$$

$$\text{کمیّت} \times \text{اسراع} = \text{قوت}$$

$$\frac{\text{قوت}}{\text{کمیّت}} = \text{اسراع}$$

اس آخری رشتے سے ظاہر ہے کہ ایک دی ہوئی معلومہ قوت کے لیے اگر کسی جسم کی کمیّت زیادہ ہو تو اسراع کم پیدا ہوگا اور کمیّت چھوٹی ہو تو اسراع زیادہ پیدا ہوگا۔

جسموں پر جو مختلف قوتیں عمل کرتی ہیں ان میں سے ایک قوت ان کا وزن ہے جو ان جسموں کو زمین کے مرکز کی طرف لے جانے کی کوشش کرتا ہے۔ تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ بھاری جسموں میں اسراع پیدا کرنے والی قوت کے خلاف زیادہ مزاحمت ہوتی ہے

اور ہلکے جسموں میں کم۔ نیز یہ بھی معلوم ہؤا ہی کہ اگر ا اور ب دو جسم ہیں جن میں سے ا کا وزن ب سے دُگنا ہی تو ایک ہی اسراع پیدا کرنے والی قوت کے خلاف ا کی مزاحمت ب کی مزاحمت کی بہ نسبت دُگنی ہوگی۔ پس ایک دی ہوئی معلومہ قوت کے لیے اگر کسی جسم کا وزن زیادہ ہو تو اسراع کم پیدا ہوگا اور وزن کم ہو تو اسراع زیادہ پیدا ہوگا۔ قوت کے خلاف مزاحمت کو ہم نے کمیّت سے تعبیر کیا ہی۔ اس لیے ظاہر ہی کہ وزن اور کمیّت ایک دوسرے کے متناسب ہیں۔ ان دونوں مقداروں کی نسبت ایک مستقل عدد ہی جس کو بالعموم ج سے تعبیر کرتے ہیں۔ پس

$$\frac{\text{وزن}}{\text{کمیّت}} = \text{ج} \quad \text{یعنی} \quad \text{وزن} = \text{کمیّت} \times \text{ج}$$

ج کو جاذبۂ ارض کا اسراع کہتے ہیں۔

اس قانون کو کہ وزن اور کمیّت ایک دوسرے کے متناسب ہیں اس طرح بھی بیان کیا جاتا ہی کہ

"تجاذبی کمیّت اور جمودی کمیّت ایک دوسرے کے مساوی ہیں"۔

یہاں تجاذبی کمیّت سے مراد $\frac{\text{وزن}}{\text{ج}}$ ہی اور جمودی کمیّت سے مراد اصلی کمیّت ہی۔ اسی قانون کی بنا پر ہم دو جسموں کی کمیّتوں کا مقابلہ وزنوں کے مقابلے کی طرح ترازو سے تول کر کر سکتے ہیں۔

اس بیان سے ظاہر ہی کہ یہ قانون علم حرکت کے بنیادی اُصولوں پر مبنی نہیں ہی بلکہ ان سے علحدٰہ ہی۔ یہ گویا محض ایک اتفاقی امر ہی کہ وزن کمیّت کے متناسب ہی۔ ممکن تھا کہ یہ تناسب

نہ ہوتا۔ آئن شٹائن ہی وہ پہلا شخص ہے جس نے یہ بتلایا کہ تجاذبی اور جمودی کمیتوں کا مساوی ہونا اتفاقی امر نہیں بلکہ ایک لازمی قانونِ قدرت ہے۔ آگے چل کر ہم دیکھیں گے کہ عام نظریۂ اضافیت کی بنیاد اسی قانون پر ہے۔

حرکت کے ان قوانین پر نیوٹن نے عالمگیر قانون تجاذب کا اضافہ کیا جو کائنات کے ہر دو ذرّوں کے درمیان پایا جاتا ہے۔ اس قانون کے دریافت کرنے میں نیوٹن کو کیپلر کے تین قوانین سے بڑی مدد ملی۔ نیوٹن کے قانون کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں:-

"کائنات کے ہر دو مادّی ذرّے ایک دوسرے کو ایسی قوت سے کشش کرتے ہیں جو ان دونوں کی کمیتوں کے متناسب ہے اور نیز ان دونوں ذرّوں کے درمیانی فاصلے کے مربّع کے معکوس متناسب ہے۔" اس کا مطلب یہ ہے کہ دو ذرّوں ا اور ب کی درمیانی قوت ان کی کمیتوں کے ساتھ گھٹتی بڑھتی رہتی ہے۔ پہلے ذرّے کی یا دوسرے ذرّے کی یا دونوں ذرّوں کی کمیّت میں اضافہ ہو تو قوتِ تجاذب میں بھی متناسب اضافہ ہوگا اور اگر کمیّت میں کمی ہو تو قوت میں بھی کمی ہوگی۔ بشرطیکہ فاصلہ مستقل رہے اب فرض کیجیے کہ دونوں ذرّوں کی کمیّت مستقل ہے لیکن درمیانی فاصلہ بدلتا ہے۔ قانونِ تجاذب سے معلوم ہوتا ہے کہ فاصلے کے بڑھنے سے قوت میں کمی ہوگی اور فاصلے کے گھٹنے سے قوت میں زیادتی ہوگی۔ نیز اگر فاصلہ بڑھ کر دوگنا ہو جائے تو قوت گھٹ کر آدھی نہیں بلکہ ایک چوتھائی رہ جائے گی۔ اسی طرح اگر فاصلہ

گھٹ کر نصف ہو جائے تو قوت چار گنی ہو جائے گی۔ اس قانون کو ہم ایک ضابطے کی شکل میں بیان کریں تو حسبِ ذیل نتیجہ حاصل ہوگا:۔

$$\text{قوت تجاذب} = ک \frac{\text{پہلے ذرّے کی کمیّت} \times \text{دوسرے ذرّے کی کمیّت}}{(\text{درمیانی فاصلہ})^2}$$

یہاں ک تناسب کا مستقل ہے جس کو "تجاذب کا مستقل" کہتے ہیں۔ گلیلیو کے اُصولِ حرکت اور نیوٹن کا یہ قانونِ تجاذب علم طبعیات اور علم ہیئت کے بُنیادی قوانین ہیں۔ ان کی بنا پر تمام مشاہدات کی توجیہ کی جاسکتی ہے۔ چاند، زمین اور سیاروں کی حرکت اور ان کے راستے معیّن کیے جاسکتے ہیں۔ سمندر کے مدوجزر کی تشریح کی جاسکتی ہے اور بے شمار دوسرے واقعات کا انکشاف ہوتا ہے۔ اٹھارویں اور اُنّیسویں صدی میں یورپ کے مشہور علمائے ریاضی نے علم حرکت کو ترقی دے کر اس کمال پر پہنچا دیا کہ اس کی مثال باقی تمام علوم کے لیے مشعلِ راہ کا کام دینے لگی۔ برق، مقناطیس، نور اور حرارت کے بیانوں میں بھی علمِ حرکت کے اُصول کی پابندی کی جانے لگی یہاں تک کہ فلسفے پر بھی اس کا کافی گہرا اثر بیٹھ گیا۔

ان اُصول کی بنا پر اُنیسویں صدی کے آخر تک طبعی کائنات کا حسبِ ذیل سائنسی تصوّر قایم ہو چکا تھا:۔

کائنات میں مادّہ اور توانائی (energy) دونوں پائے جاتے ہیں۔ جس قدر مادّی اشیا ہیں وہ ایک یا زیادہ عناصر (elements) کے آمیزوں اور مُرکبوں پر مشتمل ہیں۔ ان

عناصر کی تعداد تقریباً (۹۲) ہے جن میں ہائیڈروجن سب سے زیادہ ہلکی اور یورینیم سب سے زیادہ بھاری ہے۔ کسی عنصر کا وہ چھوٹے سے چھوٹا حصّہ جس میں اس عنصر کی امتیازی خاصیتیں باقی رہتی ہیں جوہر (atom) کہلاتا ہے۔ مادّہ تین حالتوں یعنی ٹھوس، مائع اور گیس کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ کسی دیے ہوئے جسم کی کمیّت اس جسم کی حرکت یا سکون پر منحصر نہیں بلکہ مستقل ہے۔ قدیم زمانے کے علما یہ مانتے چلے آئے تھے کہ کسی عنصر کے جوہر کو تقسیم کرنا ممکن نہیں لیکن اُنیسویں صدی کے آخری چند سالوں میں تجربے سے یہ انکشاف ہوا کہ ہر جوہر میں بہت سے چھوٹے اجزا ہوتے ہیں جن میں سے بعض پر منفی برق ہوتی ہے اور بعض پر مثبت برق۔ منفی برق رکھنے والے ذرّوں کی کمیّت سب سے کم ہے۔ ان کو الکٹرون electrons کہتے ہیں۔ کسی مقناطیس کی کشش بھی ان ہی الکٹرونوں کی ترتیب پر منحصر ہوتی ہے۔ برقی اور مقناطیسی توانائی کے علاوہ توانائی کی اور قسمیں نور (روشنی) حرارت وغیرہ ہیں۔ توانائی اپنی شکل بدل سکتی ہے لیکن کسی ایسے نظام میں جو بیرونی اثر سے محفوظ ہو توانائی کی جملہ مقدار مستقل رہتی ہے۔ یہ قانون بقائے توانائی ہے۔

جس طرح آواز کی اشاعت ہوا میں تموّج کے ذریعے ہوتی ہے اسی طرح روشنی کی اشاعت بھی موجوں کے ذریعے ہوتی ہے۔ پانی کی موجوں اور ہوا کی موجوں کی طرح روشنی کی موجوں کے لیے بھی ایک واسطے کی ضرورت ہے۔ یہ واسطہ جس کو ایتھر (ether) کہتے ہیں اگرچہ مادّی نہیں لیکن موجوں کی اشاعت کے لیے اس میں مادّے کی بہت سی خاصیتیں پائی جاتی ہیں جو بظاہر ایک دوسرے سے متضاد ہیں۔

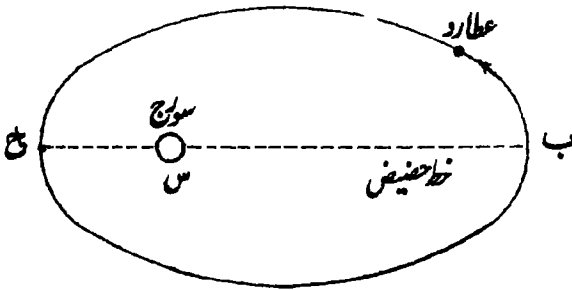
دوسرا باب

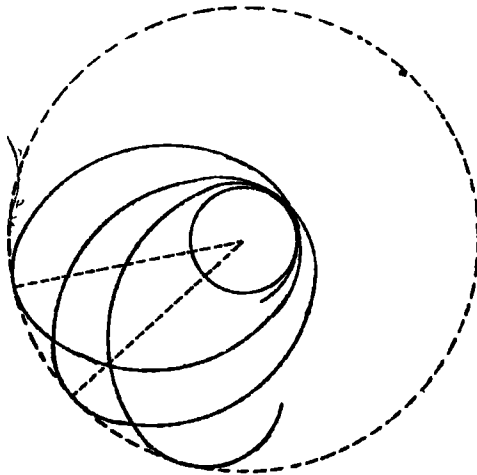
وہ تجربی نتیجے جو قدیم نظریہ کے خلاف ہیں

۱۔ عطارد کے مدار میں غلطی۔

گذشتہ باب میں ہم نے قدیم نظریہ کا مختصر خاکہ کھینچ کر یہ بتلانے کی کوشش کی ہے کہ اس نظریہ کے زیرِ اثر سائنس نے طبیعی دنیا کا کیا تصور پیش کیا ہے۔ انیسویں صدی کے آخری حصے میں بہت سے ایسے تجربے کیے گئے جن کے نتیجے ان توقعات کے خلاف تھے جو نیوٹن کے نظریہ کی بنا پر کی جانی چاہئیں۔ ان نتیجوں کے ساتھ ساتھ سائنس دانوں کے دل میں یہ یقین پختہ ہوتا چلا گیا کہ اس نظریہ میں کوئی خامی ضرور ہے جس کو دور کرنے کے لیے اس کے بنیادی اصول میں ایک انقلاب کی ضرورت ہے۔ اس باب میں ہم اس قسم کے چند تجربوں کا حال تفصیلی طور پر بیان کریں گے۔ ان کے مطالعے سے قارئین کو احساس ہوجائے گا کہ تجربے کے واقعات نے خود آئن شٹائن کو مجبور کیا کہ وہ نیوٹن کے اصول میں اس قسم کی تبدیلیاں کرے جو سائنس اور واقعات کو ایک دوسرے سے مطابق کرنے میں مدد دیں۔ کسی سائنسی نظریہ کا اوّلین مقصد یہ ہے کہ اس سے اخذ کردہ نتیجوں اور واقعات میں مطابقت پائی جائے۔ اگر

تجربے اور مشاہدے اس کے خلاف ہوں تو محض اس بنا پر کہ ایک نظریہ صدیوں سے کار آمد ثابت ہو رہا ہے اس کو برقرار نہیں رکھا جا سکتا۔

اس سے پہلے بیان ہو چکا ہے کہ کیپلر کے مشاہدہ کیے ہوئے اُصول کے موافق جن کی تصدیق نیوٹن کے قانون تجاذب سے بھی ہوتی ہے کسی سیارے کا مدار (طریق، راستہ) ایک بیضاوی شکل (ناقص) ہے جس کے ایک ماسکہ ((focus)) پر سورج واقع ہے۔

اوپر کی شکل میں فرض کیجیے کہ سورج س پر ہے اور منحنی پر تیر کی سمت میں عطارد حرکت کرتا ہے۔ جب سیارہ راس ح پر ہوتا ہے تو اس کا فاصلہ سورج سے قریب ترین ہے۔ نقطۂ ح کو "حضیض" کا نقطہ کہتے ہیں اور ح س کے ملانے والے خط کو حضیضی خط۔ عطارد ایک پورا چکّر د دنوں میں کرتا ہے۔ اگر دُنیا میں سورج اور عطارد کے سوا کوئی دوسرے اجسام نہ ہوتے تو عطارد اسی ایک راستے پر حرکت کرتا رہتا اور ٹھیک د دنوں میں یہ چکّر پورا کرتا۔ لیکن خود نظامِ شمسی کے اندر ہی کئی دوسرے سیّارے ہیں اور نیوٹن کے دریافت کردہ

"قانونِ تجاذب" کے مطابق ہر دو جسم ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔ ان میں سے ہر سیارہ عطارد پر کچھ نہ کچھ اثر ڈالتا ہے جس کی وجہ سے عطارد کے مدار میں کسی قدر خلل واقع ہوتا ہے۔ نیوٹن کے قانون کے مطابق جب ان تمام بیرونی اثرات کا حساب لگایا جاتا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ عطارد کا مدار فضا میں ثابت نہیں ہو سکتا بلکہ حضیضی خط کو خود ایک مستقل شرح سے گھومنا چاہیے۔ گویا مدار کا مقام عطارد کے ایک چکر کرنے میں بدل جائے گا جس سے ہم کو حسبِ ذیل شکل حاصل ہو گی

مشاہدے سے معلوم ہوتا ہے کہ عطارد کا مدار واقعی اس طرح سے گھوم رہا ہے لیکن گھومنے کی شرح اس شرح سے مختلف ہے جس کا نیوٹن کے نظریہ کے مطابق شمار کیا گیا ہے۔ اس میں شک نہیں کہ یہ اختلاف بہت خفیف ہے جس کی مقدار سو سال میں ۹ء۴۲ ثانیہ قوس سے زیادہ نہیں۔ لیکن زمانۂ حال کے نتیجوں کی صحت کا لحاظ

کرتے ہوئے یہ خطا اس قدر بڑی ہے کہ اس کو نظر انداز نہیں کیا جا سکتا۔

پہلے پہلے ہئیت دانوں کا یہ خیال تھا کہ یہ کسی ایسے سیّارے کی کی وجہ سے ہے جو سورج اور عطارد کے درمیان واقع ہے یا کسی اور دوسرے اجرام فلکی کے پیدا کردہ خلل کی باعث ہے۔ لیکن یہ سب توجیہیں ناکام ثابت ہوتیں۔ سب سے پہلے آئین سٹائن نے اس معمّے کو حل کیا۔ باقی سیّاروں کے مدار میں بھی یہ گھماؤ پایا جاتا چاہیے لیکن سورج سے ان سیّاروں کا فاصلہ عطارد کے فاصلے کی بہ نسبت کہیں زیادہ ہے۔ اس لیے گھماؤ کی شرح اس قدر خفیف ہے کہ موجودہ آلات اس کو مشاہدہ کرنے سے قاصر ہیں۔

۲۔ الکیٹرون کی کمیّت میں اضافہ:۔

اُنیسویں صدی کی سائنس کا ذکر کرتے ہوئے ہم نے بیان کیا تھا کہ اس قدیم تصوّر کے مطابق کسی جسم کی کمیّت بالکل مستقل رہتی ہے جس پر حرکت کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ اگر ایک ذرّے کی کمیّت ۲ پونڈ ہو تو خواہ وہ ساکن رہے یا آہستہ حرکت کرے یا تیزی کے ساتھ اس کی کمیّت ہمیشہ ۲ پونڈ ہی رہے گی۔ لیکن سنہ ۱۹۰۱ء میں "کاوُف مان" (Kaufman) نے تجربوں سے معلوم کیا کہ یہ خیال صحیح نہیں بلکہ کسی جسم کی کمیّت رفتار کے ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ جس قدر رفتار تیز ہو اسی قدر کمیّت بھی بڑھتی جاتی ہے۔ معمولی رفتاروں کے لیے جن سے ہم کو بالعموم سابقہ پڑتا ہے کمیّت کا یہ اضافہ اس قدر چھوٹا ہوتا ہے کہ ہمارے آلات اس کا نشان نہیں دیتے۔ لیکن اگر

کسی جسم کی رفتار اس قدر تیز ہو کہ روشنی کی رفتار سے مقابلہ کر سکے تو پھر تجربہ کمیت میں قابلِ شناخت اضافے کو ظاہر کر سکتا ہے۔ روشنی کی رفتار ایک ثانیہ میں ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل یعنی ایک منٹ میں ایک کروڑ میل سے زیادہ ہے۔ مصنوعی طور پر اس رفتار کا دسواں حصّہ پیدا کرنا بھی مشکل ہے لیکن خود کارخانۂ قدرت میں ایسی رفتاریں پائی جاتی ہیں جو روشنی کی رفتار کے قریب ہیں۔ ریڈیم اور دوسری تابکار اشیا سے ایسے ذرّے خارج ہوتے رہتے ہیں جو بہت تیز حرکت کرتے ہیں ان کو " بے ۔ شعاعیں" یا " بے ۔ ذرّے" (B rays or B-particles) کہتے ہیں۔ یہ در اصل وہ مادّی ذرّے ہیں جن کو ہم نے الکٹرون کے نام سے تعبیر کیا ہے۔ ان ذرّوں کی رفتار روشنی کی رفتار سے کسی قدر کم ہوتی ہے۔ لیکن ہماری معمولی رفتاروں کے مقابلے میں یہ رفتاریں غیر معمولی بڑی ہوتی ہیں۔ اِن ذرّوں کے متعلق یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ رفتار کے ساتھ ساتھ ان کی کمیّت میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

قدیم نظریہ نہ صرف اس اضافہ کی توجیہ کرنے سے قاصر ہے بلکہ اس اضافے کا امکان ہی قدیم نظریہ کے لیے ضرب مہلک ہے۔ آگے چل کر ہم دیکھیں گے کہ متحرک ذرّوں کی کمیّت کا اضافہ آئن شٹائن کے نظریۂ اضافیت کا لازمی نتیجہ ہے۔

اس موقع پر ہم ایک غلط فہمی کا ازالہ کرنا چاہتے ہیں جو بعض معترضین نے آئن شٹائن کے نظریہ کے متعلق پیدا کی ہے۔ یہ معترضین آئن شٹائن کے نظریہ کے مہمل ہونے کے ثبوت میں یہ دلیل پیش کرتے ہیں کہ اس

نظریہ کے مطابق ایک متحرک جسم کی کمیّت کم و بیش ہوتی رہتی ہے۔ مگر ان حضرات کو خیال نہیں رہتا کہ یہی دلیل آئن شٹائن کے نظریہ کو اور زیادہ تقویت دیتی ہے۔ آئن شٹائن کے نظریے کے شایع ہونے سے قبل ہی تجربہ اور مشاہدے سے معلوم ہو چکا تھا کہ اجسام کی کمیّت مستقل نہیں بلکہ رفتار کے ساتھ گھٹتی بڑھتی رہتی ہے۔ اگر یہ نتیجہ ان معترضین کو مہمل معلوم ہوتا ہے تو انھیں کارسازِ قدرت کی شکایت کرنی چاہیے۔ ایک نظریہ تجربوں اور مشاہدوں کی صرف تشریح اور توجیہ کر سکتا ہے ان کے نتیجوں پر کوئی اثر نہیں ڈال سکتا۔ آئن شٹائن کا نظریہ اس واقعہ کی توجیہ کر سکتا ہے۔ نیوٹن کا نظریہ واقعہ کے برخلاف نتیجہ پر پہنچاتا ہے۔ اب یہ حضرات خود تصفیہ کر سکتے ہیں کہ سائنس کے اصول کے مطابق دونوں نظریوں میں سے کس کو ترجیح دینی چاہیے۔

۳۔ میکلسن۔ مورلے کا تجربہ

فرض کیجیے کہ ہم ایک ریل گاڑی میں سفر کر رہے ہیں جو ایک سیدھی سڑک پر مستقل (ہموار) رفتار کے ساتھ چل رہی ہے۔ ہمارے ڈبّے کے تمام دریچے بند ہیں اور اس لیے باہر کی فضا بالکل ہماری نظروں سے پوشیدہ ہے۔ اب اگر ہم کچھ عرصہ گہری نیند لینے کے بعد بیدار ہوں تو دریچوں کو کھولے بغیر ہمارے لیے یہ تصفیہ کرنا مشکل ہوگا کہ گاڑی چل رہی ہے یا کسی اسٹیشن پر ساکن ہے۔ اس میں شرط یہ ہے کہ گاڑی بغیر دھکّے کھاتے سیدھی چلتی رہے، رفتار میں کوئی تبدیلی نہ ہو اور پہیوں کی کوئی آواز نہ آئے۔ نہ صرف یہ کہ ہمارے قویٰ اس حرکت و سکون میں امتیاز کرنے کے ناقابل ہیں بلکہ کوئی

میکانی تجربہ بھی گاڑی کی حرکت کو ظاہر نہیں کر سکتا۔ مثلاً اگر ہم اوپر سے ایک پتھر چھوڑ دیں تو وہ زمین کی طرف عموداً گرے گا اور اُس میں اتنا ہی وقت صرف ہوگا جتنا کہ ساکن زمین پر لگتا ہے اگر چھت سے ایک جھولن (Pendulam) لٹکایا جائے تو تو وہ اسی سمت میں لٹکتا رہے گا اور اس کے جھولنے میں اتنا ہی وقت لگے گا جو زمین پر حاصل ہوتا ہے۔ غرض کہ ایک جسم جس پر دی ہوئی قوت لگائی جائے اسی طرح حرکت کرے گا گویا کہ گاڑی ساکن ہے۔ اس طرح ہم دیکھتے ہیں کہ نیوٹن کے نظریہ کے مطابق ہموار رفتار کا اثر میکانی تجربوں پر کچھ نہیں پڑتا یعنی محض میکانی تجربوں کے ذریعے ہموار رفتار کو معلوم کرنا ممکن نہیں ہے۔

اس بند گاڑی کی مثال سے ہم کو یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ حرکت اور رفتار کے مفہوم محض اضافی ہیں۔ کسی ہموار رفتار کا احساس ہم کو اس وقت ہوتا ہے جب کہ ہمارا ماحول ساکن ہو اور ہم اس کو دیکھ سکیں۔ اگر بازو کی لائن پر کوئی دوسری گاڑی ہے تو ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ آیا ہماری گاڑی چل رہی ہے یا دوسری گاڑی۔ مطلق رفتار کے کوئی معنی نہیں۔ اسی طرح رفتار کی تیزی اور سستی بھی ایک اضافی چیز ہے۔ اگر زمین پر کھڑے رہ کر فضا میں بلندی پر اُڑنے والے ہوائی جہازوں کو دیکھیں تو محسوس ہوتا ہے کہ وہ بہت آہستہ جا رہے ہیں اور ان کے مقابلے میں ہمارے پاس سے گزرنے والی موٹر گاڑیاں بہت تیزی سے ساتھ دوڑتی نظر آتی ہیں۔ لیکن ہم جانتے ہیں کہ ان موٹر گاڑیوں

کی رفتار بالعموم تیس چالیس میل فی گھنٹہ سے زیادہ نہیں ہوتی۔ اور ہوائی جہاز کم از کم سو میل فی گھنٹہ کی رفتار سے جاتا ہے۔ چوں کہ ہوائی جہاز کے قریب کوئی پس منظر نہیں ہوتا جس سے ہم اس کے مقام کا مقابلہ کرسکیں اس لیے یہ دھوکا ہوتا ہے۔ جب کبھی ہم رفتار کا ذکر کرتے ہیں تو اس کے ساتھ کسی دوسری شے کا لحاظ رکھا جاتا ہے۔ زمین کی اشیا کے لیے ہم رفتاروں کو زمین کی سطح کی اضافت سے بیان کرتے ہیں۔ لیکن زمین سورج کے گرد اپنے مدار میں ۱۸ میل فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ سورج کہکشاں (Milky Way) میں ۱۲ میل فی ثانیہ کی رفتار سے ہرکیولس (Hercules) کی طرف آگے بڑھ رہا ہے اور اسی طرح خود ستارے بھی حرکت میں ہیں۔

سورج کے لحاظ سے زمین کی اضافی رفتار تو ہم کو معلوم ہوچکی ہے لیکن اس کی اصلی (مطلق) رفتار فضا میں کیسے معلوم کی جائے۔ ابھی ہم بتلا چکے ہیں کہ محض میکانی تجربوں کے ذریعے ہموار رفتار معلوم کرنا ممکن نہیں ہے۔ لیکن اُنیسویں صدی میں علما کو خیال ہوا کہ مناظری یا برقی طریقوں سے ممکن ہے زمین کی مطلق رفتار فضا میں معلوم ہوسکے۔

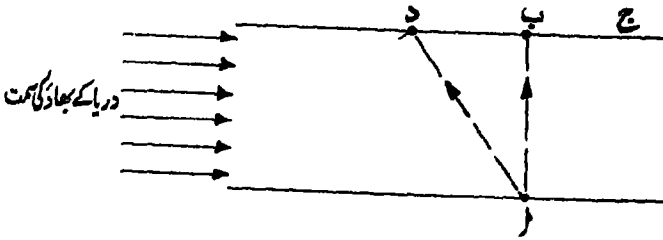
روشنی کی موجوں کی اشاعت کے سلسلے میں یہ مان لیا گیا تھا کہ ایک عالمگیر اثیر موجود ہے جو نہ صرف خالی فضا میں بلکہ اشیا کے ذرّوں کے درمیانی مساموں میں بھی بھرا ہوا ہے۔ برقی اور مقناطیسی اثر اسی اثیر کے ذریعے پھیلتے ہیں۔ روشنی بھی چوں کہ اسی برقی مقناطیسی

میدان کا ایک اثر ہے اس لیے اس کی اشاعت بھی ایثر کے ذریعے ہوتی ہے۔ یہ ایثر بالکل ساکن ہے اور اشیا کی مطلق حرکتوں کو ہم اس کے لحاظ سے بیان کر سکتے ہیں۔

ایثر میں زمین کی مطلق حرکت مناظری طریقے پر یعنی روشنی کی شعاعوں کے ذریعے سے معلوم کرنے کا خیال سب سے پہلے میکسول کے ذہن میں آیا۔ لیکن اس پر عمل کر سکنے کا امتیاز امریکہ کے ماہر طبیعیات میکلسن کو حاصل ہے۔ اس تجربے کے اصول کو پہلے ہم ایک مثال کے ذریعے واضح کریں گے۔

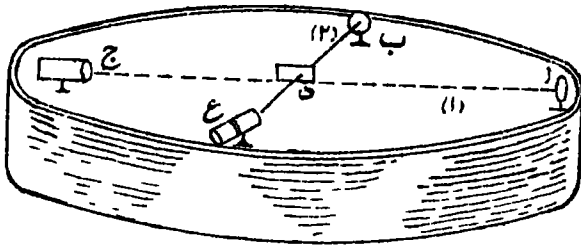
فرض کیجیے کہ ایک دریا جس کی چوڑائی ۸۰ گز ہے مغرب سے مشرق کی طرف بہہ رہا ہے اور اس بہاؤ کی رفتار ۳ گز فی ثانیہ ہے۔ ساکن پانی میں ایک شخص ۵ گز فی ثانیہ کی رفتار سے کشتی چلا سکتا ہے۔ یہ شخص دریا میں مغرب سے نکل کر مشرق کی طرف ۸۰ گز جاتا ہے اور پھر اپنے ابتدائی مقام پر واپس آتا ہے۔ اگر دریا میں کوئی رو نہ ہوتی بلکہ پانی ساکن ہوتا تو ظاہر ہے کہ اس کو ۸۰ گز جانے میں $\frac{۸۰}{۵}$ یعنی ۱۶ ثانیے وقت لگتا اور واپس آنے میں بھی اتنا ہی وقت صرف ہوتا۔ پس ساکن پانی میں کشتی کے پورے سفر کا وقت ۳۲ ثانیے ہے۔ اب فرض کیجئے کہ دریا بھر رہا ہے اور اس کی رفتار ۳ گز فی ثانیہ ہے۔ مغرب سے مشرق کی طرف جاتے وقت کشتی بہاؤ کے ساتھ ساتھ جاتی ہے یعنی بہاؤ کی وجہ سے اس کو مدد ملتی ہے۔ پس ایک ثانیہ میں وہ ۵ + ۳ یعنی ۸ گز طے کرتی ہے اور اس لیے جانے میں وقت $\frac{۸۰}{۸}$ یعنی ۱۰ ثانیے صرف ہوتا ہے لیکن واپس آتے

وقت دریا کا بہاؤ کشتی کی مزاحمت کرتا ہے اور اس وجہ سے کشتی کی رفتار ۵ - ۳ = ۲ گز فی ثانیہ رہ جاتی ہے۔ اس رفتار سے ۸۰ گز طے کرنے میں وقت ۸۰/۲ = ۴۰ ثانیے صرف ہوتا ہے اس طرح بہتے ہوئے دریا میں بہاؤ کی سمت کے موافق ۸۰ گز جاکر پھر مخالف سمت میں واپس آنے تک کل وقت ۱۰ + ۴۰ یعنی ۵۰ ثانیے صرف ہوتا ہے۔

آخر میں فرض کیجیے کہ یہی شخص دریا کے ایک کنارے ا سے دوسرے کنارے کے مقابل کے مقام ب تک جانا چاہتا ہے۔ ا ب کا درمیانی فاصلہ ۸۰ گز ہے۔

اب اگر وہ سیدھے ب کی طرف جانا شروع کرے تو دریا کا بہاؤ اس کو اپنے منزل مقصود سے ہٹا دے گا اور وہ کنارے پر ایک مقام ج پر پہنچے گا۔ اس لیے اگر کشتی کو ٹھیک مقام ب پر ہی پہنچنا ہے تو چاہیے کہ کشتی کا رُخ ب سے پہلے ایک مقام د کی سمت میں رکھا جائے۔ کشتی اصل میں ا سے د کی طرف جائے گی اور دریا کے بہاؤ کی وجہ سے کشتی د تک پہنچے گی

بجائے ب پر آجائے گی۔ چونکہ کشتی اور دریا کی رفتاروں میں ۵/۴ کی نسبت ہے اس لیے ا د اور د ب کے فاصلوں میں بھی ۵/۳ کی نسبت ہوگی۔ یعنی اگر ا د ۵ گز ہو تو ب د ۳ گز ہوگا اور چوں کہ زاویہ ب قائمہ ہے اس لیے فیثاغورث کے مسئلے کی بموجب ا ب ۴ گز ہوگا۔ (۴² + ۳² = ۵²)۔ پس معلوم ہوا کہ اگر ا ب ۴ گز ہو تو ا د ۵ گز ہوتا ہے لیکن چوں کہ ا ب (جو دریا کا عرض ہے) ۸۰ گز ہے اس لیے ا د کا فاصلہ (۸۰×۵)/۴ = ۱۰۰ گز ہوگا۔ یہ فاصلہ طے کرنے میں کشتی کو ۱۰۰/۵ یعنی ۲۰ ثانیے لگیں گے۔ پھر ب سے ا تک واپس آنے میں بھی اتنا ہی وقت ۲۰ ثانیے صرف ہوگا۔ غرض کہ دریا کے پار سے ب تک جانے اور پھر ا تک واپس آنے میں ۲۰ + ۲۰ یعنی ۴۰ ثانیوں کا وقت درکار ہوگا۔ ہم دیکھتے ہیں کہ بہتے ہوئے دریا کے طول کی سمت میں جاکر آنے میں زیادہ وقت لگتا ہے اور عرض کی سمت جاکر آنے میں کم وقت۔

میکلسن اور مورلے نے ۱۸۸۷ء میں اور بعد کے سالوں میں متعدد تجربے کیے تاکہ اسی اصول پر اثیر میں زمین کی مطلق رفتار معلوم کریں۔ اس تجربے میں انھوں نے دریا کے بہاؤ کی بجائے زمین کی رفتار اور کشتی کی بجائے روشنی کی شعاع استعمال کی۔ دریا کی مثال میں تو دونوں وقتوں کا فرق ۵۰ ـ ۴۰ یعنی ۱۰ ثانیہ ہے۔ لیکن زمین کی رفتار روشنی کی رفتار کا تقریباً دس ہزارواں حصہ یعنی ۱/دس ہزار ہے۔ اس لیے متذکرہ مثال کی طرح حساب لگایا گیا ہے کہ ان دونوں وقتوں کا فرق ۰٫۰۰۰۰۱ فی صدی ہے۔ ظاہر ہے کہ

نازک سے نازک گھڑی بھی اس وقت کو ناپنے کے قابل نہیں لیکن میکلسن نے روشنی کے تداخل کو کام میں لا کر ایک ایسا آلہ تیار کیا جس سے اس خفیف فرق کے ہزارویں حصّے کا بھی پتہ لگ سکتا ہے۔

اوپر کی شکل میں ہم نے میکلسن کے آلے کا خاکہ دیا ہے۔ اس میں ج روشنی کا ایک منبع ہے جس میں سے ایک شعاع نکل کر شیشے کی ایک تختی د پر پڑتی ہے۔ یہ تختی اس طرح بنائی گئی ہے کہ یہاں یہ شعاع دو حصّوں میں منقسم ہو جاتی ہے۔ ایک شعاع جس کو ہم (۱) سے تعبیر کرتے ہیں تختی میں سے گزر جاتی ہے اور دوسری شعاع جو (۲) سے ظاہر کی گئی ہے تختی پر معکوس ہو جاتی ہے۔ پہلی شعاع (۱) سمت د ا میں جاتی ہے جو زمین کی حرکت کی سمت ہے اور ا پر ایک آئینے سے معکوس ہو کر تختی د پر واپس ہوتی ہے یہاں سے پھر وہ انعکاس کے ذریعے دوُربین ع میں داخل ہوتی ہے۔ دوسری شعاع اتنا ہی فاصلہ سمت د ب میں طے کرتی ہے جو زمین کی حرکت کی سمت کے علی القوایم ہے۔ یہاں وہ آئینہ ب سے ٹکرا کر واپس ہوتی ہے اور تختی د میں سے گزر کر دوُربین ع میں داخل ہوتی ہے۔ اب جیسا کہ ہم نے دریا اور کشتی کی مثال میں واضح کیا ہے چاہیے تو یہ تھا کہ شعاع (۲)

شعاع (۱) کی بہ نسبت جلد دوربین میں داخل ہو۔ لیکن جب میکلسن نے دوربین میں مشاہدہ کیا تو معلوم ہوا کہ دونوں شعاعیں ایک ساتھ داخل ہوتی ہیں۔ جب پورے آلے کو اس طرح گھمایا گیا کہ شعاع (۲) زمین کی حرکت کی سمت میں آگئی اور شعاع (۱) اس پر علی القوایم سمت میں، تب بھی دونوں شعاعوں کا وقت ایک ہی تھا۔ بارہا یہ تجربہ دہرایا گیا اور اب تک کئی ماہرین نے سال کے ہر موسم میں نہایت حسّاس اور نازک آلوں کی مدد سے اس فرق کو معلوم کرنے کی کوشش کی ہے لیکن ہر وقت یہی نتیجہ حاصل ہوا کہ اس دوڑ میں دونوں شعاعیں ایک ہی وقت منزل پر پہنچتی ہیں۔

قدیم نظریہ کی بنا پر یہ نتیجہ قطعی ناقابلِ فہم ہے۔

۴۔ متحرک جسم کے طول میں کمی۔

میکلسن۔ مورلے کے تجربے سے ہم کو معلوم ہوا کہ مناظری طریقہ بھی اثیر میں زمین کی رفتار دریافت کرنے میں کارآمد نہیں ہوتا۔ ہم بیان کر چکے ہیں کہ نیوٹن کے نظریہ کو ماننے پر یہ نتیجہ ناقابلِ فہم معلوم ہوتا ہے۔ کیوں کہ اگر کسی دوڑ میں دو شخص مقابلہ کریں اور ہم کو یہ معلوم ہو کہ دوسرا شخص پہلے کی بہ نسبت تیز رفتار سے دوڑتا ہے تو لازم ہے کہ دوسرا شخص منزل پر پہلے پہنچے۔ لیکن میکلسن کا تجربہ بتلاتا ہے کہ دونوں شعاعیں ایک ساتھ دوربین داخل ہوتی ہیں۔ اس تجربے سے ہم سوائے اس کے اور کوئی دوسرا نتیجہ نہیں نکال سکتے کہ دونوں کا طے کردہ فاصلہ برابر نہیں ہو سکتا۔ پہلی شعاع نے جو دوسری کی بہ نسبت سست رفتار سے جاتی ہے

ضرور کم فاصلہ طے کیا ہوگا یعنی فاصلہ د ا بہ نسبت فاصلہ د ب کے
کم ہوگا۔ چوں کہ ہماری ناپ کے مطابق دونوں فاصلے برابر ہیں
اس لیے صرف یہ ممکن ہو سکتا ہے کہ آلے کی زمین کے ساتھ حرکت
کی وجہ سے د ا کا طول سکڑ گیا ہو۔ یہ خیال فٹز جیرالڈ (Fitz
Gerald) نے پہلے پیش کیا تھا لیکن لورنٹز
(Lorentz) نے اس کو باضابطہ طور پر مرتب کیا اور یہ عام
مسئلہ پیش کیا کہ ہر متحرک مادّی شے کا وہ طول جو حرکت کی سمت
میں ہو خود بخود سکڑ جاتا ہے اور یہ سکڑاؤ ٹھیک اتنا ہے کہ میکلسن
مورلے کے تجربے میں دونوں شعاعیں وقت واحد میں دوربین
تک پہنچ جاتی ہیں۔ سمت حرکت کے علی القوایم طول میں کوئی
فرق نہیں آتا۔ چنانچہ اگر آلے کو اس طرح گھما دیا جائے کہ شعاع
(۲) زمین کی سمت حرکت د ا میں ہو جائے اور شعاع (۱)
علی القوایم ہو جائے تو اب (۲) کا راستہ یعنی د ب سکڑ کر
چھوٹا ہو جائے گا اور (۱) کا راستہ یعنی د ا پھیل کر پھر اپنے
اصلی طول کے مساوی ہو جائے گا۔

فٹز جیرالڈ اور لورنٹز کے اس مفروضے کی بنا پر میکلسن مورلے
کے تجربے کا نتیجہ اب سمجھ میں آنے لگتا ہے کہ کیوں دونوں شعاعیں
ایک وقت واپس ہوتی ہیں اور اس تجربے سے زمین کی مطلق
رفتار اثیر میں دریافت نہیں کی جا سکتی۔ اس رفتار کو معلوم کرنے
کے لیے اور کئی تجربے کیے گئے جو مختلف اصول پر مبنی تھے لیکن
ہمیشہ یہی منفی جواب حاصل ہوا۔ گویا خود قدرت نے ہمارے لیے

یہ ناممکن بنادیا ہی کہ ایتھر کے وجود کا یا زمین کی مطلق رفتار کا علم حاصل کرسکیں۔ غرض کہ تجربوں کے نتائج کی توجیہ کرنے کے لیے طول میں یہ کمی بہت کارآمد ہی لیکن خود اس کا وجود ایک معمّہ ہی اور سائنس دانوں کو اس کی کوئی وجہ نہیں معلوم تھی کہ یہ سکڑاؤ کیوں واقع ہوتا ہی۔ سائنس کے دوسرے ابتدائی اُصول کی طرح یہ مفروضہ اس قدر بدیہی نہیں ہی کہ بغیر ثبوت کے مان لیا جائے۔ چند سال بعد آئن شٹائن نے ثابت کیا کہ متحرک جسموں کے طول میں کمی نظریۂ اضافیت کا لازمی اور قدرتی نتیجہ ہی۔ آیندہ باب میں ہم اس کی مزید تشریح کریں گے۔

جو کچھ اس باب میں بیان کیا گیا ہی اس سے واضح ہوجائے گا کہ تجربوں اور مشاہدوں کے نیتجے سائنس دانوں کو مجبور کر رہے تھے کہ وہ سائنس کے بُنیادی اُصول نئے سرے سے مُرتّب کریں کیوں کہ پُرانے اُصول جو ایک حد تک کارآمد ثابت ہوئے نئے واقعات کا ساتھ دینے سے قاصر تھے۔ اب ہم بیان کریں گے کہ یہ نئے اُصول کن بُنیادوں پر رکھے گئے۔

تیسرا باب

مکاں اور زماں

ا۔ مکاں اور زماں کے متعلق قدیم فلسفیانہ تصوّر۔

جب سے نسل انسانی نے غور و فکر کا قابلِ لحاظ معیار حاصل کیا ہے ممتاز مفکّرین کے پیش نظر یہ مسئلہ بھی رہا ہے کہ مکان و زماں کی کیا نوعیت ہے؟ اور نفس انسانی سے ان کا کیا تعلق ہے؟ یونانیوں کے زمانے سے تو یہ سوال فلسفے کا بُنیادی مسئلہ بن گیا۔ ہر فلسفی نے اس پر کم و بیش بحث کی ہے اور اپنے خیالات پیش کیے ہیں۔

عوام کے ذہن میں وقت اور فضا کا خیال کچھ اس طرح کا ہوتا ہے۔ ایک دن میں جو واقعات رو نما ہوتے ہیں وہ ایک سادہ ترتیب سے واقع ہوتے ہیں جس طرح کہ ایک تار میں موتی ایک ترتیب سے یکے بعد دیگرے پروئے ہوتے ہیں۔ تار کو ہم وقت کہ سکتے ہیں اور واقعات کی جو ترتیب ایک دوسرے کے لحاظ سے ہوتی ہے وہ "پہلے" اور "بعد" کے الفاظ سے تعبیر کی جاسکتی ہے۔ جس طرح سے تار میں دو موتیوں کے درمیان بعض حصّے خالی ہوتے ہیں اسی طرح ممکن ہے کہ دو واقعات کا درمیانی وقت "خالی" گزرے جس میں کوئی ایسا واقعہ رونما نہ ہوا ہو جس کا ہمارے ذہن پہ کوئی

اثر بیٹھ سکے۔

غرض کہ ہمارے ذہن میں وقت کے گزرنے کا ایک احساس ہوتا ہے اور اس طرح ہم "تھوڑی دیر" اور "زیادہ دیر" کا اندازہ لگاتے ہیں۔ اپنے ساتھیوں سے بات چیت کرنے پر یہ پتہ چلتا ہے کہ سب کے ذہن میں وقت کے گزرنے کا احساس تقریباً ایک ہی طرح کا ہوتا ہے اور اس سے ہم نتیجہ نکالتے ہیں کہ وقت ایک ہمارے ذہن سے خارجی چیز ہے جو ہر انسان کے شعور سے اس طرح گزرتی ہے جیسے کہ ایک دریا ایک پل کے ستونوں پر سے ہوتا ہوا بہتا ہے۔ سائنس وقت کے اس بہاؤ کا ٹھیک اندازہ ان واقعات کے ذریعے کرتی ہے جو ایک دوسرے سے مساوی فصل پر رونما ہوتے ہیں۔ مثلاً سورج یا ستاروں کا نصف النہار پر سے گزرنا یا ایک گھڑی کی ٹک ٹک یا ایک برقی نظام کی جھولنے کی حرکت وقت کے فصلوں کو ناپنے کے کام میں لائی جاتی ہے۔

لیکن فضا کے متعلق ہمارا تصور اس سے مختلف ہے۔ خارجی اشیا سے نکل کر روشنی ہماری آنکھ میں داخل ہوتی ہے اور آنکھ کی ساخت اس طرح کی ہے کہ جو شعاعیں ایک ہی سمت سے آتی ہیں وہ آنکھ میں ایک ہی نقطے پر جمع ہوتی ہیں اور اس لیے اشیا کے متعلق ہماری پہلی تقسیم سمت کے لحاظ سے ہوتی ہے۔ مگر ہم کو احساس ہے کہ محض سمت کے ذریعے ہم اشیا کا مقام معیّن نہیں کر سکتے۔ کیونکہ اگر ہم اپنی جگہ سے ذرا ہٹ جائیں تو ان کی سمت بدل جاتی ہے اور وہ اشیا جو پہلے ایک ہی سمت میں دکھائی دیتی تھیں وہ اب مختلف

سمتوں میں نظر آنے لگتی ہیں۔ پھر ہم دیکھتے ہیں کہ ہماری دونوں آنکھیں اشیا کی ایک ہی ترتیب پیش کرتی ہیں اور ایسا ہونا ضروری بھی ہے ورنہ اِن اشیا کا کوئی خارجی وجود باقی نہیں رہے گا۔ اب جس طرح سے کہ دو واقعات کا جو یکے بعد دیگرے واقع ہوتے ہیں بالکل ایک دوسرے سے لگا ہوا ہونا ضروری نہیں ہے بلکہ دونوں کے درمیان خالی وقت ہوسکتا ہے اسی طرح دو اشیا جو ہماری آنکھ کو یکے بعد دیگرے نظر آتی ہیں بالکل ایک دوسرے سے متصل نہیں ہوتیں بلکہ ان دونوں کے درمیان خالی " فاصلہ" ہوتا ہے۔ ایک گھڑی کی ٹک ٹک کو اگر ہم شمار کریں تو اس سے دو واقعات کا درمیانی وقت معلوم ہوتا ہے اسی طرح اگر ہم ایک ناپنے کی پٹری کو بتدریج ایک شے سے دوسری شے تک رکھتے چلے آئیں تو اس سے دو اشیا کا درمیانی " فاصلہ" حاصل ہوسکتا ہے۔ فاصلہ ناپنے کا یہ طریقہ ہماری قوتِ باصرہ پر یا روشنی کی خاصیتوں پر منحصر نہیں ہے۔ ایسی مخلوق جس میں سوائے قوتِ لامسہ کے باقی تمام قوتیں مفقود ہوں ایک پٹری کے ذریعے فضا میں اشیا کی ترتیب ظاہر کرسکتی ہے۔ یہ ترتیب ممکن ہے اس ترتیب سے مختلف ہو جو کسی دوسری مخلوق نے صرف اپنی بصارت کی مدد سے معلوم کی ہو۔ غرض واضح ہے کہ فضا میں اشیا کی ترتیب کوئی غیر متغیر اور مطلق چیز نہیں ہے بلکہ اس میں شخصی اثر پایا جاتا ہے۔ ایک اندھے شخص کی بنائی ہوئی ترتیب اس ترتیب سے مختلف ہوگی جو دوسرے شخص نے کسی آلے سے مدد لیے بغیر صرف دیکھ کر تیار کی ہو۔

فضا کے متعلق یہ تو عامیانہ تصوّر تھا۔ اب ہم دیکھیں گے کہ فلسفہ میں اس کی کیا حیثیت ہے۔ افلاطون نے اپنی تصنیف (Timaeus) میں فضا کے متعلق ان خیالات کا اظہار کیا ہے۔" فضا وہ ہے جس میں تمام اجسام واقع ہیں ۔ وہ ہمیشہ غیر متغیر ہے کیوں کہ وہ کبھی اپنی صفت نہیں بدلتی۔ اگر یہ کسی اس شی کی طرح ہو جو اس میں واقع ہے تو جب دو متضاد یا بالکل مختلف خاصیتوں والی اشیا اس میں آئیں تو ان کی خاصیت بدل جائے گی کیوں کہ فضا کی خاصیت بھی ان میں ظاہر ہو گی ۔ اس لیے جس چیز میں تمام دوسری اشیا واقع ہونے والی ہوں اس کو ہر قسم کی شکل سے پاک ہونا چاہیے ۔جس طرح کہ خوشبو دار عطر بناتے وقت ان مائعات میں جن سے مختلف عطر بناتے جاتے ہیں پہلے کسی قسم کی کوئی بو نہیں ہوتی ۔ یا جس طرح ملایم مٹی سے مجسمے بنائے جاتے ہیں تو پہلے مٹی میں کسی قسم کی شکل کا اظہار نہیں ہوتا بلکہ پہلے مٹی بالکل بے شکل ہوتی ہے۔ فضا کبھی معدوم نہیں ہوتی بلکہ وہ ہر پیدا شدہ شی کے لیے جگہ مہیّا کرتی ہے۔ غرض کہ تمام وہ اشیا جن کا وجود ہے وہ کسی نہ کسی جگہ ہونا چاہییں اور اُنھیں کچھ نہ کچھ فضا گھیرنا چاہیے اور جو نہ زمین پر ہے اور نہ آسمان پر وہ لاشی (کچھ نہیں) ہے۔"

(ملاحظہ ہو افلاطون کی تصنیف (Timaeus)
ٹیلر کا انگریزی ترجمہ ۔ صفحہ ۴۹ - ۵۱)

اس تصوّر کے مطابق قدرت کو ٹھوس اشیا کا ایک مجموعہ سمجھا گیا جن کے درمیان ایک خلا ہے جس کی کوئی شکل و صورت یا خاصیت

نہیں۔ اور فضا کوئی خارجی چیز نہیں بلکہ اس کا مقصد محض یہ تھا کہ اس میں مادّی اشیا کی ترتیب دی جا سکے۔ یہ تصور یونانیوں کے وقت سے لے کر از منۂ متوسط میں دے کارت (Descartes) کے زمانے تک رہا جو فرانس کا مشہور فلسفی اور ریاضی داں تھا اور جس نے جدید فلسفہ اور جدید ریاضی کی بنیاد ڈالی۔ اس کا سنہ پیدائش ۱۵۹۶ء اور سن وفات ۱۶۵۰ء ہے۔ دے کارت نے اپنے فلسفی نظام کے ضمن میں فضا کا ایک نیا تصوّر پیش کیا۔ اس کے فلسفے کا ایک بنیادی مسئلہ یہ ہے کہ تمام اشیا ذہن یا مادّہ دونوں میں سے کسی ایک سے تعلق رکھتی ہیں، خود ذہن اور مادہ میں کوئی رشتہ نہیں ہے۔ ذہن کی خاصیت خیال ہے جو نہ تو جگہ گھیرتا ہے اور نہ فضا میں کسی ترتیب کا حامل ہے۔ مادّہ کی خاصیت جگہ گھیرنا اور فضا میں واقع ہونا ہے۔ اس بنا پر دے کارت کا خیال تھا کہ تمام فضا میں کوئی نہ کوئی چیز ضرور موجود ہونی چاہیے ورنہ خالی فضا کسی کام کی نہیں رہے گی اور یہ خالقِ عالم کے کمال کے منافی ہے کہ کسی چیز کو بغیر مقصد کے پیدا کرے۔ پس اگرچہ ستاروں کی درمیانی فضا ہم کو خالی نظر آتی لیکن دراصل ایسا نہیں ہے بلکہ اس میں ایک قسم کا مسلسل مادّہ بھرا ہوا ہے جو اپنی امتیازی خاصیتیں رکھتا ہے۔ اُس وقت سے فضا محض ایک خالی چیز ہونے کی بجائے ایک خارجی شے ہو گئی جس کا وجود حقیقی تسلیم کیا گیا۔ یہ مسلسل مادہ وہی عالم گیر اثیر ہے جس کا ذکر ہم پہلے کر چکے ہیں۔

۲۔ مکاں اور زماں کے متعلق نیوٹن کا تصوّر۔

ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ صرف چھونے سے یا صرف دیکھنے سے ہم فضا میں اشیا کی دو مختلف ترتیبیں تیار کرسکتے ہیں۔ اگر دے کارت کا خیال صحیح ہے تو یہ سب انفرادی ترتیبیں غیر اہم ہیں اور حقیقی اہمیت خود قدرت کی اس ترتیب کو ہے جو اس نے ایثر کے لحاظ سے تیار کی ہے۔ دوسری انفرادی ترتیبوں کی صحت یا غلطی کی جانچ اس قدرتی ترتیب کے لحاظ سے ہوسکتی ہے۔ اشیا کی اس ترتیب کے علاوہ ہم ان کا مطلق مقام بھی ایثر کے نقطوں کے لحاظ سے معین کرسکتے ہیں جو تمام کائنات میں پھیلا ہوا ہے اور بالکل ساکن اور ثابت ہے۔

اگر ایثر موجود نہ ہو تو فضا میں کسی مقام کو ہم صرف ایک ثابت نقطے کے لحاظ سے معین کرسکتے ہیں لیکن ایسے ثابت نقطے ہمیں کہاں سے حاصل ہوں گے۔ زمین پر یا کسی سیّارے پر یہ نقطے نہیں ہوسکتے کیوں کہ ہم جانتے ہیں کہ تمام سیّارے سورج کے گرد حرکت کررہے ہیں اور ان کی رفتاریں ۳ سے لے کر ۳۰ میل فی ثانیہ تک بدلتی ہیں۔ یہ ثابت نقطے سورج یا ستاروں پر بھی نہیں ہوسکتے کیوں کہ تمام ستارے سیّاروں سے بھی زیادہ تیز رفتاروں سے حرکت کررہے ہیں۔ سب سے زیادہ دور فاصلے پر جو اجرام فلکی ہم کو معلوم ہوئے ہیں وہ سحاب (nebula) ہیں اور ان کے متعلق بھی ہم جانتے ہیں کہ یہ ہزاروں میل کی رفتار سے متحرک ہیں۔ غرض کہ ساری فضا میں کوئی جسم ایسا ہم کو معلوم نہیں ہے جو ثابت ہو اس لیے

فضا میں کسی نقطے کا معیّن کرنا ہمارے لیے ناممکن ہے۔ خود نیوٹن کو بھی اس مشکل کا احساس تھا کہ کوئی ایسا ثابت جسم معلوم نہیں جس کے لحاظ سے ہم مطلق مقام کا تعیّن کر سکیں۔ لیکن نیوٹن کے اُصولِ حرکت کے لیے اس کو کسی ایسے مقام کے معلوم کرنے کی سخت ضرورت تھی جو مطلق طور پر ساکن ہو۔ اس کی توضیح کے لیے ہم قانون جمود پر غور کرتے ہیں۔ اس قانون کے مطابق "کوئی جسم جس پر بیرونی قوتیں عمل نہ کریں خطِ مستقیم میں یکساں رفتار سے حرکت کرتا رہتا ہے۔" فرض کیجیے کہ ہم ایک صاف میز پر ایک چکنے گولے کو لُڑھکاتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ یہ گولا سیدھا حرکت کر رہا ہے۔ لیکن اگر مریخ پر رہنے والا کوئی شخص اس گولے کا مشاہدہ کرے تو اس کو نظر آئے گا کہ گولا ایک ٹیڑھے راستے پر جا رہا ہے کیوں کہ زمین خود سورج کے گرد گھوم رہی ہے۔ غرض کسی متحرک جسم پر تجربہ کر کے ہم قانون جمود کی صحت کا ثبوت نہیں دے سکتے۔ اس کے لیے ایک بالکل ساکن اور ثابت مقام کی ضرورت ہے جس کی بنا پر ہم کہہ سکیں کہ اگر گولے کو اس مقام پر لُڑھکایا جائے تو وہ ایک خطِ مستقیم میں حرکت کرے گا خواہ ہم کسی ستارے یا سیارے سے مشاہدہ کریں۔ چوں کہ زمین یا آسمان میں کوئی ایسا بالکل ساکن جسم معلوم نہیں ہے پس نیوٹن کے لیے لازمی تھا کہ وہ ایک ایسی فضا یا اثیر کا تصور کرتا جو مطلق طور پر ثابت ہو۔ خود نیوٹن اس کو یوں بیان کرتا ہے:—

"مطلق فضا (مکان) کسی خارجی شے کے لحاظ سے نہیں بلکہ فی نفسہٖ محض اپنی حقیقت کی بنا پر غیر متغیر اور غیر متحرک ہے۔"

" اضافی مکاں مطلق مکاں کا ایک حرکت پذیر حصّہ ہے۔ ہمارے حواس اس کو دوسری اشیا کے لحاظ سے اس کے مقام کے ذریعے محسوس کرتے ہیں۔ بالعموم غلطی سے اس کو غیر متحرک مکاں سمجھ لیا جاتا ہے "۔

اسی طرح وقت کے لیے بھی یہی حالات پیش آتے ہیں کیوں کہ قانون جمود میں جس ہموار رفتار کا ذکر ہے اس میں وقت کا بہاؤ شامل ہوتا ہے۔ اس بنا پر نیوٹن نے مان لیا کہ مطلق فضا (مکاں) کی طرح مطلق وقت (زماں) بھی ہوتا ہے۔ اس بارے میں خود نیوٹن کے الفاظ حسب ذیل ہیں :-

" مطلق، حقیقی اور ریاضیاتی وقت کسی خارجی شے کے لحاظ سے نہیں بلکہ فی نفسہٖ اور بذاتِ خود ہموار طور پر بہتا ہے۔

" اضافی، ظاہری اور معمولی وقت، حقیقی اور مطلق وقت کی ایک خارجی ناپ ہے جسے ہم روزمرّہ کے کاروبار میں استعمال کرتے ہیں اور جو گھنٹے، دن، مہینے اور سال سے تعبیر ہوتا ہے "۔

" طبیعی دن جس کو ہم وقت کے مساوی حصّے سمجھتے ہیں دراصل ایک دوسرے کے برابر برابر نہیں ہوتے۔ وہ ہیئت داں جو صحیح وقت کے مطابق اجرامِ فلکی کی حرکت ناپتے ہیں اس اختلاف کو رفع کر سکتے ہیں۔ ممکن ہے کہ کوئی ایسی ہموار حرکت موجود ہو جس کے ذریعے سے ہم صحیح وقت ناپ سکیں۔ تمام حرکتوں میں تیزی یا سُستی پیدا کی جا سکتی ہے لیکن مطلق وقت کے بہاؤ میں کوئی تبدیلی پیدا کرنا قطعی ناممکن ہے "۔

آگے چل کر نیوٹن کو اعتراف کرنا پڑتا ہے کہ اگرچہ اُس نے سائنس کی ضروریات کے لیے مطلق مکاں اور مطلق وقت کو تسلیم کیا ہے لیکن ممکن ہے کہ کائنات میں کوئی ایسی شے موجود نہ ہو جس کے ذریعے سے ہم مطلق مکاں اور وقت کو ناپ سکیں یا ان کا احساس کرسکیں۔ چنانچہ وہ خود کہتا ہے:۔

"دنیاوی کاروبار میں مطلق مقاموں اور حرکتوں کی بجائے ہم اضافی مقاموں اور حرکتوں کا استعمال کرتے ہیں۔ لیکن سائنس کے لیے ضروری ہے کہ ان محسوسات سے ہم مطلق اشیا کو اخذ کریں۔ کیوں کہ بہت ممکن ہے کوئی ایسی شے موجود نہ ہو جو واقعی ساکن ہو اور جس کے لحاظ سے ہم مقاموں اور حرکتوں کو ناپ سکیں۔"

اس طرح ہم دیکھتے ہیں کہ نیوٹن کے خیال میں مکاں اور زماں دونوں مطلق خارجی وجود رکھتے ہیں اور کسی مشاہد یا متحرک شے پر منحصر نہیں ہیں۔ اُنیسویں صدی کے ختم تک مکاں اور زماں کا یہ تصور رائج رہا لیکن ۱۹۰۵ء میں اپنے نظریۂ اضافیت کو شایع کرکے آئن شٹائن نے مکاں اور زماں کی ایک انقلابی تصویر پیش کی جو جدید سائنس کا ایک بُنیادی تصوّر ہے۔ آئن شٹائن کے خیالات کی توضیح سے قبل یہ بیان کردینا ضروری ہے کہ خود نیوٹن سے بہت پہلے یعنی تیرھویں صدی عیسوی میں مشہور عرب ریاضی داں اور حکیم علامہ نصیرالدین محقق طوسی نے مکاں اور زماں کے اس قدیم تصور کے مقابلے میں اُس تصوّر کی طرف اشارہ کیا تھا جو آئن شٹائن کے تصور سے ملتا جلتا ہے۔

۳۔ مکاں اور زماں کے متعلق آئن شٹائن کا تصور۔

ہم اپنی روزانہ زندگی میں لفظ ہم وقت (Simultaneous) کو اکثر استعمال کرتے ہیں لیکن بہت کم لوگوں نے اس پر غور کیا ہوگا کہ کہ اس لفظ کا اصل مفہوم کیا ہے۔ ان کی تشریح اس قدر آسان نہیں ہے جتنا کہ عام طور پر لوگ سمجھتے ہوں گے۔ ایک ہی مقام پر کسی دو واقعات کے ہم وقت ہونے کا تصور معین ہے اور اس سے ہم سب واقف ہیں۔ لیکن مشکل اُس وقت آ پڑتی ہے جب ہم مختلف مقاموں پر واقعات کے ہم وقت ہونے کی تعریف کرنے بیٹھیں۔ ایک ہی نظام میں یعنی اس صورت میں جب کہ سب مشاہد ساکن ہوں یا اسی یکساں سیدھی رفتار سے حرکت کر رہے ہوں ہم وقتی کی تعریف اس طرح کی جا سکتی ہے۔

فرض کیجیے کہ تین مقام ا، ب، ج ہیں اور ج مقامات ا اور ب کے عین بیچ میں واقع ہے۔

ا ج ب

ا اور ب پر کے واقعات کو ہم اس صورت میں "ہم وقت" کہیں گے جب کہ دونوں واقعات ج پر کے مشاہد کو ایک ہی وقت نظر آئیں۔ اس تعریف میں نہ کسی قسم کا شبہ باقی رہتا ہے اور نہ کسی غلطی کا امکان ہے۔ لیکن یہ تعریف اس وقت کام نہیں دے سکتی جب کہ مقامات ا، ب، ج مختلف رفتاروں سے حرکت کر رہے ہوں۔ اس کو سمجھنے کے لیے ہم ذیل کی مثال پر غور کرتے ہیں۔

ایک ریل گاڑی چل رہی ہے۔ انجن کے پائے دان پر کھڑے

ہوتے زید ڈرائیور کو گولی مارتا ہے اور بریک گاڑی کے پائیدان پر کھڑے ہوئے بکر گارڈ کو گولی مارتا ہے۔ زید اور بکر کے عین بیچ میں ایک مسافر گاڑی میں بیٹھا ہوا ہے۔ اور مسافر کے عین مقابل اسٹیشن ماسٹر پٹڑیوں کے بازو کھڑا ہوا ہے۔ تحقیقات میں مسافر بیان دیتا ہے کہ دونوں گولیوں کی آواز اس کو ایک ہی وقت سنائی دی لیکن اسٹیشن ماسٹر بیان دیتا ہے کہ بکر نے گولی پہلے چلائی۔ کیوں کہ اس گولی کی آواز اسے پہلے سنائی دی۔ حاکم عدالت اگر ریاضی داں نہ ہو تو فوراً کہہ اٹھے گا کہ دونوں گواہوں میں سے کوئی ایک ضرور غلط بیانی کر رہا ہے لیکن ذرا غور کرنے سے معلوم ہو جائے گا کہ دونوں صحیح ہیں۔ اسٹیشن ماسٹر اپنی جگہ پر کھڑا ہوا ہے اور مقام نہیں بدلتا۔ دونوں گولیوں کی آوازیں ماسٹر سے مساوی فاصلوں سے چلتی ہیں اور مساوی فاصلے طے کرتی ہیں۔ جو آواز اسٹیشن ماسٹر کو پہلے سنائی دیتی ہے وہ یقیناً پہلے روانہ ہوئی ہوگی اور اس لیے لازماً بکر نے گولی پہلے چلائی ہوگی۔ یہ نتیجہ اسٹیشن ماسٹر کے لحاظ سے صحیح ہے جو زمین پر ساکن کھڑا ہوا ہے۔ اب مسافر کے بیان پر غور کریں تو معلوم ہوگا کہ مسافر اس طرف جا رہا ہے جدھر سے زید کی چلائی ہوئی گولی کی آواز آرہی ہے۔ مثلاً اگر ریل گاڑی مغرب کی طرف جا رہی ہے تو مسافر بھی مغرب کی طرف جا رہا ہے اور زید کی گولی کی آواز مغرب سے مشرق کی طرف آرہی ہے۔ اس طرح آواز کا طے کردہ فاصلہ کم ہو جاتا ہے۔ بکر کی چلائی ہوئی گولی کی آواز بھی مغرب کی طرف جا رہی ہے اور مسافر بھی ریل کے ساتھ مغرب کی طرف جا رہا ہے۔

یہ صورتِ حال وہی ہے جو مدرسے کی ابتدائی ریاضی میں خرگوش اور شکاری کتّے والے سوال میں دی جاتی ہے۔ خرگوش ایک طرف بھاگتا ہے اور شکاری کتّا بھی اس کے پیچھے تعاقب میں دوڑتا ہے لیکن چوں کہ شکاری کتّے کی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہے اس لیے آخرکار وہ خرگوش کو پکڑ لیتا ہے۔ اگرچہ اس میں زیادہ وقت صرف ہوتا ہے۔ اسی طرح چونکہ آواز کی رفتار گاڑی کی رفتار سے زیادہ تیز ہوتی ہے اس لیے اگرچہ مسافر آگے کی طرف بھاگ رہا ہے لیکن ایک خاص مدّت کے گزرنے کے بعد بکر کی گولی کی آواز اس تک پہنچ جاتی ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ مدّت اس مدّت سے بہت زیادہ ہے جس میں زید کی گولی کی آواز مسافر تک پہنچتی ہے۔ کیوں کہ بکر کی گولی کی آواز کو مسافر تک پہنچنے میں زید کی گولی کی آواز کی نسبت زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ اب اگر یہ دونوں آوازیں مسافر کو ایک ہی وقت سُنائی دیں تو لازمًا یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ بکر کی گولی پہلے چلی ہوگی یعنی اسٹیشن ماسٹر کے بیان کے مطابق بکر نے پہلے گولی چلائی ہے۔ غرض معلوم ہوتا ہے کہ اسٹیشن ماسٹر اور مسافر دونوں اپنے اپنے نقطۂ نظر سے صحیح ہیں۔ اگرچہ مسافر کا مشاہدہ یہ ہے کہ دونوں گولیاں بیک وقت چلتی ہیں اور اسٹیشن ماسٹر کا مشاہدہ یہ ہے کہ دونوں گولیاں مختلف اوقات میں چلتی ہیں۔ اس پر اگر یہ اعتراض کیا جائے کہ حقیقت وہ ہے جو اسٹیشن ماسٹر بیان کر رہا ہے اور مسافر اس وجہ سے دھوکے میں ہے کہ وہ حرکت کر رہا ہے تو اس کا جواب یہ ہے کہ اگر اسٹیشن ماسٹر کے نزدیک مسافر حرکت کر رہا ہے تو مسافر یہ سمجھتا ہے کہ وہ خود ساکن ہے

اور اسٹیشن ماسٹر حرکت کر رہا ہے۔ اس لیے ایک کے بیان کو دوسرے کے بیان پر ترجیح دینے کی کوئی وجہ نہیں ہے۔

پس معلوم ہؤا کہ واقعات کا "ہم وقت" ہونا ایک اضافی چیز ہے۔ ایک مشاہد کے لیے جو واقعات ہم وقت ہوں ضروری نہیں کہ دوسرے مشاہد کے لیے بھی ہم وقت ہوں بلکہ یکے بعد دیگرے ہو سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ ہم میں سے ہر شخص کو اس کا تجربہ ہے کہ ہماری مختلف ذہنی اور نفسیاتی حالتوں میں وقت کا بہاؤ مختلف ہوتا ہے۔ کبھی وقت تیزی سے گزر جاتا ہے اور کبھی بہت سست۔ بقول شاعر کے وصال کے گھنٹے منٹوں میں گزر جاتے ہیں اور ہجر کی رات اتنی طویل ہوتی ہے کہ کاٹے نہیں کٹتی۔ مختلف مشاہدین کے لیے نہ صرف وقت کا بہاؤ مختلف ہوتا ہے بلکہ جیسا کہ اوپر کی زید و بکر والی مثال سے ظاہر ہے، واقعات کی ترتیب بھی بدل جاتی ہے۔ جو واقعہ ایک مشاہد کے لیے پہلے ہوتا ہے وہ دوسرے کی نظر میں بعد میں واقع ہوتا ہے۔ اس تمام بحث سے آئن شٹائن یہ نتیجہ اخذ کرتا ہے کہ وقت یا زماں مطلق نہیں بلکہ اضافی ہے۔ ہر مشاہد کا وقت اس کا ذاتی وقت ہے جو دوسرے مشاہد کے وقت سے مختلف ہوتا ہے۔

اسی طرح مکاں بھی مطلق نہیں اضافی ہے کیوں کہ دو متحرک چیزوں کے درمیانی فاصلے کے کوئی معنی نہیں جب تک وقت کا تعین نہ کیا جائے کہ کس قدر وقت کے لیے یہ فاصلہ ناپا جا رہا ہے اور کونسا مشاہد اس فاصلے کو ناپ رہا ہے۔ چونکہ وقت خود اضافی ہے اس لیے فاصلہ جو وقت پر منحصر ہے لازماً اضافی ہوگا۔ اس کے علاوہ ہم نے

پہلے ہی بیان کیا ہے کہ میکلسن۔ مورلے کے تجربے کی بنا پر فٹز جیرالڈ اور لورنٹز کو ماننا پڑا کہ مختلف متحرک مشاہدوں کے لیے دو اجسام کا درمیانی فاصلہ سکڑاؤ کے باعث مختلف معلوم ہوگا۔

اس طرح آئن شٹائن نے تبلایا کہ مکاں اور زماں ایک دوسرے سے علیحدہ اور مطلق نہیں ہیں بلکہ ایک دوسرے پر منحصر اور اضافی ہیں۔ کائنات مکان اور زمان دو مختلف چیزوں پر مشتمل نہیں ہے بلکہ اس میں ایک ہی چیز جس کو "مکاں۔ زماں" کہہ سکتے ہیں پائی جاتی ہے جس میں مکاں اور زماں اس طرح سے گھل مل جاتے ہیں کہ ان میں امتیاز کرنا ممکن نہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہے کہ ۱۹ ویں صدی میں "تین بُعدی" دنیا کا جو تصوّر رائج تھا اس کی بجائے دُنیا کے متعلق ہمارا تصوّر "چار بُعدی" ہوگیا ہے۔ آیندہ دفعہ میں ہم "بُعد" کے مفہوم کو تفصیل اور وضاحت کے ساتھ بیان کریں گے۔

۴۔ حوالے کے محدّد اور نظام۔ بُعد کا مفہوم۔

علم ہندسہ میں شکلوں یا جسموں اور ان کی خاصیتوں سے بحث ہوتی ہے۔ یوں تو بہت مدّت پہلے اس علم کا ارتقا شروع ہوچکا تھا لیکن یونانی حکیم اقلیدس نے اس کی تنظیم کی اور اس کو منطقی اُصول کے مطابق ایک سلسلے میں ترتیب دیا۔ اقلیدس کے مقالات، سولھویں صدی تک بلا کم و کاست مدارس اور جامعات میں رائج رہے اور علمی دُنیا کا خیال ہوچلا تھا کہ اقلیدس کی بدولت علم ہندسہ اس مکمل شکل پر پہنچ گیا ہے جس کے بعد کسی اضافے کی گنجایش نہیں۔ لیکن فرانس کے مشہور فلسفی اور ریاضی داں دے کارٹ

کو اس بارے میں شبہ تھا۔ اسے خیال ہوا کہ علم ہندسہ میں ترقی کرنے کا واحد ذریعہ یہ ہے کہ اسے جبر و مقابلہ سے منسلک کر دیا جائے تاکہ شکلوں کی خاصیتیں عددوں کی خاصیتوں میں تحویل ہوسکیں

اب ہندسی شکلیں چوں کہ نقطوں سے پیدا ہوتی ہیں اس لیے ضروری ہے کہ ہر نقطے کے لیے عدد دیے جائیں جو اس نقطے کو معیّن کر سکیں۔ مثلاً فرض کیجیے کہ اس سڑک پر جو افضل[۱] گنج سے ہوتی ہوئی فلک[۲] نما کو جاتی ہے ہم مقامات معین کرنے کی کوشش کریں۔ اس کے لیے سب سے پہلے اس بات کا تصفیہ کرنے کی ضرورت ہے کہ ہم ابتدا کہاں سے کریں گے۔ ہم مان لیتے ہیں کہ چار[۳] مینار ہمارا ابتدائی مقام ہے۔ ریاضی کی زبان میں اس ابتدائی مقام کو "مبدا" کہتے ہیں جس کے معنے سوائے اس کے کچھ نہیں کہ یہ وہ مقام ہے جہاں سے ہم فاصلے ناپتے ہیں اور دوسرے مقاموں کو معین کرتے ہیں۔ پھر اس سڑک پر چار مینار سے نکل کر ہم دو مختلف سمتوں میں جا سکتے ہیں۔ ایک تو شمال کی سمت میں افضل گنج کی طرف اور دوسرے جنوب کی سمت میں فلک نما کی طرف۔ ان سمتوں کو ظاہر کرنے کے لیے ریاضی داں سہولت کی خاطر جمع اور نفی کی علامتوں کا استعمال کرتے ہیں۔ البتہ یہ بالکل اختیاری امر ہے کہ کس سمت کو جمع اور کس سمت کو نفی کی علامت سے تعبیر کیا جائے۔ مثلاً ہم

---

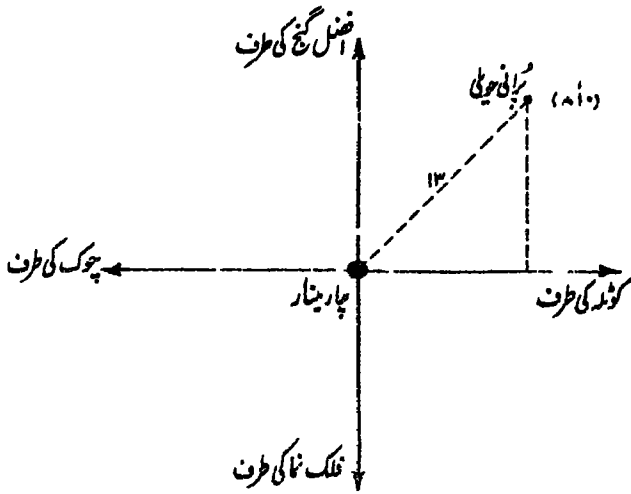
[۱] حیدر آباد کے محلے کا نام ۱۲

[۲] حیدر آباد کی ایک شاہی عمارت کا نام ۱۲

[۳] حیدر آباد کی قدیم اور مشہور کمان ۱۲

یہ قرار داد اختیار کرسکتے ہیں کہ شمال کی سمت کو جمع کی علامت سے اور جنوب کی سمت کو نفی کی علامت سے تعبیر کریں گے۔ اب ہم عددوں کے ذریعے اس سڑک کے مختلف مقاموں کا تعیّن کرسکتے ہیں۔ مثلاً (+۱) فرلانگ پر گلزار حوض، (+ ڈیڑھ) فرلانگ پر مچھلی کمان، (- $\frac{3}{4}$) فرلانگ پر مکہ مسجد کا دروازہ، وغیرہ۔ اس طرح اس سڑک کا کوئی مقام صرف ایک عدد کے ذریعے معیّن ہوجاتا ہے۔ اس واقعہ کو بیان کرنے کے لیے کہ اُس سڑک پر کے کسی مقام کو معین کرنے کے لیے صرف ایک عدد کافی ہے ریاضی داں کہتے ہیں کہ سڑک کا "بُعد" (dimension) ایک ہے۔ اسی طرح ایک سیدھے یا ٹیڑھے خط کے کسی نقطے کو معین کرنے کے لیے کسی مبدا یعنی ابتدائی نقطے سے شروع کرکے صرف ایک عدد کا معلوم کرنا کافی ہے۔ اس لیے کسی خط کا "بُعد" بھی ایک ہوگا۔

اب اگر ہم بلدۂ حیدرآباد میں مختلف مقام معین کرنا چاہیں اور اسی چار مینار کو ابتدائی نقطہ مانیں تو شہر کے مختلف مقاموں کو معین کرنے کے لیے اب صرف ایک عدد کافی نہیں ہے۔ مثلاً پرانی حویلی کے مقام کو ظاہر کرنے کے لیے صرف یہ کہنا کافی نہیں ہے کہ یہ (۱۰) فرلانگ پر واقع ہے کیوں کہ ہماری مذکورہ قرار داد کی بموجب اس سے محض افضل گنج والی سڑک پر یعنی شمال کی طرف دس فرلانگ کا فاصلہ تعبیر ہوتا ہے۔ اور چوں کہ پُرانی حویلی اس سڑک پر واقع نہیں ہے اس لیے صرف یہ ایک عدد کافی نہیں ہے۔ پس کسی شہر کے مقاموں کو معین کرنے کے لیے صرف ایک سڑک لینا کافی

نہیں بلکہ دو سڑکیں لینی چاہییں جو کہ ایک دوسرے کے آر پار گزرتی ہوں۔ مثلاً ہم کوٹلہ عالی جاہ سے چوک کی طرف جانے والی سڑک لے سکتے ہیں۔ اور چوں کہ اس میں بھی دو سمتیں مشرق اور مغرب کی ہیں اس لیے ایک سمت یعنی مشرق کو جمع اور دوسری سمت مغرب کو نفی کی علامت سے تعبیر کرتے ہیں۔ اب پُرانی حویلی کے

مقام کو معین کرنے کے لیے یہ دیکھا جاتا ہے کہ چار مینار سے نکل کر پُرانی حویلی تک پہنچنے میں ان دونوں سڑکوں کے متوازی کس قدر فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ متوازی کی شرط اس لیے ہے کہ ٹیڑھے جانے کی اجازت نہیں۔ پس ہمیں معلوم ہوا کہ پُرانی حویلی کا مقام معین کرنے کے لیے دو عدد (۱۰، ۸) دینا چاہیے جہاں (۱۰) فرلانگ افضل گنج کی طرف اور (۸) فرلانگ کوٹلہ عالی جاہ کی طرف ہیں۔

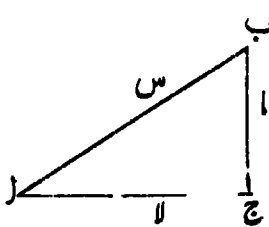
بعض لوگوں کو ممکن ہے یہ خیال ہو کہ چار مینار سے شمالِ مشرق کی طرف تقریباً ۱۳ فرلانگ جائیں تو پُرانی حویلی آجاتی ہے اور اس طرح مقام کو معیّن کرنے کے لیے صرف ایک عدد کافی ہے۔ لیکن یہ ایک ظاہری دھوکا ہے۔ شمالِ مشرق کی سمت جو در اصل ایک زاویہ کو تعبیر کرتی ہے وہ بھی ایک عدد ہے اور اسی طرح مقام کو معین کرنے کے لیے بہرحال دو عددوں کی ضرورت ہے۔ اس بنا پر کہا جاتا ہے کہ ایک سطح کے دو "بُعد" ہوتے ہیں۔ ان دونوں سڑکوں کو جن کے متوازی فاصلے لیے جاتے ہیں " محور" کہتے ہیں۔

اسی طرح اگر ہم کسی کمرے میں اس مقام کو معین کرنا چاہیں جہاں پنکھا لٹک رہا ہے تو اب صرف دو عدد کافی نہیں ہوتے بلکہ تین عددوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثلاً اگر ہم کمرے کے فرش کے کسی کونے کو ابتدائی نقطہ مان لیں اور مشرق۔ مغرب کی سمت کو ایک محور اور شمال۔ جنوب کی سمت کو دوسرا محور لیں تو دو عددوں سے صرف فرش پر کے مقام معین ہوں گے۔ فضا میں کے مقام ان دو عددوں سے حاصل نہیں ہو سکتے۔ پنکھے کے مقام کو معین کرنے کے لیے ہمیں بتانا پڑے گا کہ وہ مشرق کی طرف ۳ گز شمال کی طرف ۵ گز اور اوپر کی طرف ۴ گز پر واقع ہے۔ اور اس لیے پنکھے کا مقام (۳، ۵، ۴) ہے۔ غرض کہ فضا کے مقاموں کو معیّن کرنے کے لیے اوپر نیچے کی سمت میں ایک تیسرے محور کا اضافہ کرنا پڑتا ہے۔ فضا کے مقاموں کو معیّن کرنے کے لیے کئی طریقے ہیں لیکن ان سب میں تین عددوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس لیے

ریاضی داں کہتے ہیں کہ مکاں (فضا) "تین بُعدی" ہے۔
کسی فضا کے "بُعدوں" کا مطلب اب اچھی طرح سمجھ میں آگیا ہوگا۔ اس فضا میں کے مقاموں کو معین کرنے کے لیے جتنے عددوں کی ضرورت ہو اس فضا کے اتنے ہی بُعد مان لیے جاتے ہیں۔ اور چوں کہ یونانیوں کے زمانے سے لے کر اُنیسویں صدی کے آخر تک مکاں اور زماں کو ایک دوسرے سے بالکل علیحدہ تسلیم کر لیا گیا تھا اور کائنات کا سکونیاتی تصوّر لیا جاتا تھا اس وجہ سے عام طور پر فضا یعنی کائنات کو تین بُعدی فرض کرتے تھے۔ فضا کے مشہور و معروف "ابعادِ ثلاثہ" کے ماننے کی یہی وجہ تھی۔
لیکن عربوں نے اسلامی فلسفے کے تحت اہلِ یونان کے سکونیاتی تصوّر کے خلاف بغاوت کی اور کائنات کا حرکتی تصوّر پیش کیا۔ علامہ نصیرالدّین محقق طوسی نے تیرھویں صدی عیسوی میں اقلیدس کے متوازی مفروضہ پر بحث کرتے ہوئے اس تصوّر کو وضاحت کے ساتھ بیان کیا ہے۔ آئن سٹائن نے اپنے نظریہ کی تشکیل کے لیے اس حرکتی تصوّر کو باضابطہ طور پر اختیار کیا۔ وہ کہتا ہے کہ کائنات محض مقاموں اور نقطوں کا مجموعہ نہیں ہے بلکہ "واقعات" پر مشتمل ہے۔ کسی واقعہ کو معیّن کرنے کے لیے صرف اس کے جائے وقوع کا بیان کرنا کافی نہیں بلکہ یہ بھی بتلانا لازمی ہے کہ واقعہ کس وقت ظہور میں آیا۔ جگہ اور وقت یا مکاں اور زماں ہر واقعے کے ضروری عنصر ہیں۔ اور جب تک یہ پوری طرح معلوم نہ ہوں کوئی واقعہ معیّن نہیں ہو سکتا۔ نیز چوں کہ محض جگہ یا

مقام کے معیّن کرنے کے لیے تین عددوں کی ضرورت ہے اس وجہ سے واقعے کو معیّن کرنے کے لیے ۳ + ۱ یعنی ۴ عددوں کی ضرورت ہوگی۔ اسی بنا پر جدید سائنس میں کہا جاتا ہے کہ ہماری دنیا جو واقعات کی دُنیا ہے "چار بعدی" ہے۔ ان چار بعدوں کو سمجھنے کے لیے متذکرہ تشریح کے بعد اب کوئی دِقّت نہ ہونی چاہیے۔ اس کا مطلب سوائے اس کے کچھ نہیں کہ کائنات کے کسی واقعے کو معیّن کرنے کے لیے مقام یعنی مکاں کے تین عدد اور وقت کا ایک عدد اس طرح کل چار عدد معلوم ہونے چاہییں۔ اخبار والوں اور سائنس کی نام نہاد عام فہم تشریح کرنے والوں نے اس اصطلاح کو خواہ مخواہ ایک ہوّا بنا رکھا ہے جس کی تہ میں کچھ تو خود ان کی ناواقفیت اور کچھ عوام پر رعب جمانے کی کوشش پنہاں ہے۔

۵۔ واقعات کا درمیانی وقفہ۔

ہر شخص یہ جانتا ہے کہ دو نقطوں یا دو مقاموں کے درمیانی فاصلے سے کیا مراد ہے۔ جن لوگوں نے بالکل ابتدائی ریاضی پڑھی ہے اور علم ہندسہ میں فیثا غورث کے مسئلے کو بھول نہیں گئے ہیں انھیں آسانی سے بتایا جاسکتا ہے کہ دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ کس طرح ناپا جاتا ہے۔ ہم نے اس سے قبل ذکر کیا ہے کہ کسی سطح میں ایک مقام کو معین کرنے کے لیے دو عدد دیے جاتے ہیں جو دو محوروں کے متوازی طے شدہ فاصلوں کو تعبیر کرتے ہیں۔

اگر ا کو ابتدائی نقطہ لیں تو ب کا مقام معیّن کرنے کے لیے فرض کیجیے کہ دو عدد (لا، ما) ملتے ہیں جو ا ج اور ج ب کے متوازی فاصلوں کو تعبیر کرتے ہیں۔ چوں کہ مثلث ا ب ج میں زاویہ ج قائمہ اور ا ب وتر ہے اس لیے فیثاغورث کے مسئلے سے وتر پر کا مربع باقی دو ضلعوں پر کے مربعوں کے مجموعے کے برابر ہونا چاہیے پس اگر ا ب کا درمیانی فاصلہ س ہو تو اس مسئلے سے معلوم ہوتا ہے کہ

س^۲ = لا^۲ + ما^۲ ———————— (۱)

اس لیے اگر لا اور ما معلوم ہوں تو فاصلہ س معلوم ہو جاتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ٹھوس اجسام میں نقطوں کا مقام معیّن کرنے کے لیے تین عددوں لا، ما، ی کی ضرورت ہے اور اسی فیثاغورث کے مسئلے سے ثابت ہوتا ہے کہ اس تین بُعدی فضا میں دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ ذیل کے ضابطے سے حاصل ہوتا ہے:-

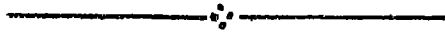
س^۲ = لا^۲ + ما^۲ + ی^۲ ———————— (۲)

اسی طرح نظریۂ اضافیت میں دو واقعات کے درمیان ایک "وقفہ" (Interval) ہوتا ہے۔ ہر واقعہ کے لیے چار عدد دیے جاتے ہیں جن میں سے تین یعنی لا، ما، ی مکاں سے متعلق ہوتے ہیں اور ایک یعنی ت زماں سے۔ آئن شٹائن کے نظریے سے قبل تجربوں سے یہ معلوم ہو چکا تھا کہ دو واقعات کا درمیانی وقفہ ذیل کے ضابطے سے حاصل ہوتا ہے۔

(وقفہ)^۲ = (اس وقت میں روشنی کا طے کردہ فاصلہ)^۲ - (دونوں واقعوں کے درمیان مکانی فاصلہ)^۲

یعنی اس کو عددوں میں لکھا جائے تو حاصل ہوتا ہے کہ

$$\text{س}^2 = \text{س}^2\text{ت}^2 - (\text{لا}^2 + \text{ما}^2 + \text{ی}^2) \qquad (۳)$$

یہاں عدد س اکائی وقت میں روشنی کی رفتار کو تعبیر کرتا ہے۔ یہ ضابطہ (۳) صرف سیدھی ہموار رفتاروں کے لیے صحیح ہے اور آئن شٹائن نے ۱۹۰۵ء میں سب سے پہلے جو نظریہ پیش کیا وہ ایسی ہی رفتاروں کے متعلق تھا۔ اسی لیے اس پہلے نظریہ کو "محدود اضافیت" کا نظریہ کہتے ہیں۔ آیندہ باب میں ہم اسی محدود نظریے کی تشریح کریں گے۔ چند سال بعد یعنی ۱۹۱۵ء میں آئن شٹائن نے اپنا عام نظریہ شایع کیا جو ہر قسم کی رفتاروں کے لیے صحیح ہے۔

چوتھا باب

اضافت کا محدود نظریہ

۱۔ آئن شٹائن کے مفروضے۔

گزشتہ بحث سے ایک بات اچھی طرح واضح ہو چکی ہو گی کہ بیسویں صدی کی ابتدا میں تجربوں اور مشاہدوں کی بنا پر سائنس داں یہ ماننے پر مجبور ہو گئے تھے کہ نیوٹن کے کلاسیکی نظریہ کو بعینہ برقرار رکھنا ممکن نہیں ہے۔ نیوٹن کا نظریہ زماں اور مکاں کے مطلق ہونے اور ایک دوسرے سے قطعی طور پر علیحدہ ہونے کے تصور پر منحصر ہے لیکن ہم نے دیکھا ہے کہ یہ تصوّر ہر حالت میں صحیح نہیں ہے۔ دو واقعات کے ایک ہی وقت میں واقع ہونے کی قدیم تعریف بھی کچھ ٹھیک اور معیّن نہیں۔ مکان، زمان اور ہم وقتی (Simultaneity) کے تصوّر اضافی ہیں۔ دو واقعات کے درمیانی وقفے کے لیے جو تجربی ضابطہ (۳) گزشتہ دفعہ میں دیا گیا ہے وہ نیوٹن کے نظریہ کی بنا پر حاصل نہیں ہو سکتا۔ اس ضابطے نے گویا قدیم نظریہ پر آخری ضرب کا کام کیا جس کے بعد اس نظریہ کو بدلنا لازمی ہو گیا۔

آئن شٹائن نے ۱۹۰۵ء میں دو مفروضے (Postulates) پیش کیے جو محدود نظریۂ اضافیت کی جان ہیں اور جن کا عین

قرینِ قیاس ہونا گزشتہ بحث میں بتلایا جا چکا ہے۔ یہ مفروضے حسبِ ذیل ہیں:۔

(۱) آئن شٹائن کا پہلا مفروضہ "اضافیت کا مفروضہ" کہلاتا ہے۔ اس مفروضے میں آئن شٹائن کہتا ہے کہ تمام مشاہدین جو سیدھی یکساں رفتار سے حرکت کر رہے ہوں ایک ہی حیثیت رکھتے ہیں کسی کو دوسرے پر ترجیح نہیں۔ بالفاظِ دیگر تمام ایسے مشاہدین کے لیے قدرت کا کوئی قانون ایک ہی طرح کے ضابطے سے بیان ہونا چاہیے۔ ظاہر ہے کہ یہ مفروضہ سائنسی اور فلسفیانہ طور پر زیادہ تشفی بخش ہے۔ قدرت کے قوانین مختلف انسانوں اور ان کی متغیر حالتوں پر منحصر نہیں ہیں۔ ہم اپنے حوالے کے محور یا ناپ اور اکائیاں وغیرہ اپنی سہولت کی خاطر مقرر کرتے ہیں۔ قوانین قدرت پر ان کا کوئی اثر نہیں ہونا چاہیے۔ خود نیوٹن کا نظریہ بھی ایک حد تک اس اصول کو پورا کرتا ہے یعنی نیوٹن کے نظریہ میں بھی حرکت کے قوانین پر مشاہدین کی حرکت کا کوئی اثر نہیں پڑتا۔ لیکن اس قدیم نظریہ کا نقص یہ ہے کہ صرف حرکت کے قوانین کے لیے یہ اصول صحیح ہے۔ برق، مقناطیس وغیرہ کے قوانین کے لیے یہ اصول پورا نہیں ہوتا۔ آئن شٹائن ایک ایسا نظریہ بنانا چاہتا ہے کہ حرکت، برق، مقناطیس اور دوسرے تمام قوانین قدرت کے لیے یہ اصول صحیح ہو اور اسی لیے آئن شٹائن کا نظریہ نیوٹن کے نظریہ سے زیادہ تشفی بخش ہے۔

(۲) آئن شٹائن کا دوسرا مفروضہ "مستقل رفتار نور" کا مفروضہ کہلاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ مختلف مشاہدین کے لیے چاہے وہ کسی یکساں سیدھی رفتار سے حرکت کر رہے ہوں روشنی کی رفتار

ایک ہی ہوتی ہے۔ یعنی اگر دو مشاہد دو مختلف سمتوں میں مختلف یکساں سیدھی رفتاروں سے جا رہے ہوں تو دونوں کے لیے روشنی کی رفتار کی قیمت وہی ایک حاصل ہوگی۔

یہ دوسرا مفروضہ میکلسن ۔ مورلے کے اور اسی قسم کے تجربوں کا لازمی نتیجہ ہے۔ اضافیت کا تمام محدود نظریہ ان ہی دو مفروضوں پر مبنی ہے۔ ان سے باقی تمام نتیجے صرف ریاضی کی بنا پر بالکل اسی طرح حاصل ہوتے ہیں جیسے اقلیدس کے مسئلے۔ کوئی شخص اعتراض کرسکتا ہے تو صرف ان ہی مفروضوں پر کرسکتا ہے۔ ایک مرتبہ ان مفروضوں کو مان لیا جائے تو آیندہ نتیجوں اور مسئلوں پر کوئی اعتراض نہیں ہوسکتا اور ان کو بے چون و چرا مان لینا پڑتا ہے۔ خود ان مفروضوں کے متعلق ہم تفصیل سے بیان کرچکے ہیں کہ یہ کس حد تک قرینِ قیاس اور ضروری ہیں۔ واقعہ بھی یہ ہے کہ جہاں تک اضافیت کے محدود نظریہ کا تعلق ہے اس کی صحت میں اب کسی بڑے سائنس داں کو اختلاف نہیں۔ یہ محدود نظریہ ساری جدید طبعیات کا اساسی جزو ہے۔ جو کچھ بھی اختلافات یا شبہات پائے جاتے ہیں وہ عام نظریہ سے متعلق ہیں جس کا ذکر ہم آینڈہ کریں گے۔

۲۔ مختلف مشاہدین کے تجربوں کا مقابلہ۔

ہر مشاہد کے لیے مکاں اور زماں مختلف ہوتے ہیں۔ وہ تجربے سے جو کچھ بھی مشاہدہ کرتا ہے اس کو اپنے مکاں اور زماں کی رقوم میں بیان کرتا ہے اور اس کے لیے ایک جملہ حاصل کرتا ہے۔ دوسرا

مشاہد قدرت کے اسی منظر کا مشاہدہ کر کے ایک دوسرا جملہ حاصل کرتا ہے۔ اب اگر ان دونوں مشاہدین کے حاصل کیے ہوئے نتیجوں کا مقابلہ کرنے کے لیے کوئی ذریعہ نہ ہو تو یہ انفرادی تجربے نوع انسان کے لیے محض بے کار ہوں گے کیوں کہ ان سے کسی سائنس کی بنیاد نہیں پڑے گی۔ اس کا اثر یہی ہوگا گویا ایک مجمع میں ہر شخص ایک علیحدہ زبان بول رہا ہے اور ایک دوسرے کی بات نہیں سمجھ سکتا۔ ایک شخص "میز" کہہ رہا ہے اور دوسرا شخص "ٹیبل" لیکن کوئی نہیں جانتا کہ دونوں ایک ہی چیز کے متعلق کہہ رہے ہیں۔ اس مشکل کو رفع کرنے کے لیے عوام میں لغت رائج ہوتی ہے۔ جس کی مدد سے دو مختلف زبانیں بولنے والے ایک دوسرے کے مطلب کو سمجھ سکتے ہیں۔ اسی طرح ایک "لغت" کی ضرورت نظریۂ اضافیت میں بھی پیش آتی ہے جس کی مدد سے دو مختلف مشاہد اپنے تجربوں کا مقابلہ کر سکیں۔ اس کو سمجھنے کے لئے ہم ایک اور مثال پر غور کرتے ہیں۔ فرض کیجیے کہ آسمان پر ایک شہابِ ثاقب نظر آتا ہے جس کو حیدرآباد اور کیمبرج میں دو مختلف مشاہد دیکھتے ہیں۔ حیدرآبادی مشاہد کی گھڑی اس وقت صبح کے دو بجے کا وقت بتاتی ہے حالاں کہ کیمبرج میں ابھی رات کے ساڑھے آٹھ بجے ہیں۔ اگر ان دونوں وقتوں کا درمیانی تعلق معلوم نہ ہو تو کوئی نہیں کہہ سکتا کہ ایک کے مشاہدے سے دوسرے کی تصدیق ہوتی ہے۔ اسی لیے ہیئت داں عام طور پر اپنے مشاہدوں کو گرینچ اوسط وقت میں بیان کرتے ہیں گویا گرینچ اوسط وقت ایک لغت ہے جس کی مدد سے ہیئت داں

اپنے مشاہدوں کا مقابلہ کر سکتے ہیں۔ اسی طرح نظریۂ اضافیت میں چند ضابطے لغت کا کام دیتے ہیں جس کی مدد سے مختلف مشاہدین کے نتیجوں کا مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔ یہ ضابطے نظریۂ اضافیت کے انکشاف سے قبل ہالینڈ کے پروفیسر لورنٹز (Lorentz) نے قیاس اور تجربے کی بنا پر حاصل کیے تھے لیکن ان کا ثبوت آئن سٹائن نے اپنے اضافیت اور رفتار نور کے دو مفروضوں کی بنا پر دیا تھا۔ ان ضابطوں میں اس تعلق کی تشریح ہوتی ہے جو دو مختلف مشاہدین کے "مکاں - زماں" میں پایا جاتا ہے۔ اس تعلق کو "لورنٹز کا استحالہ" (Lorentz transformation) کہتے ہیں۔ ہم اس کو "لورنٹز کے تبدیلی ضابطے" یا "لورنٹز کے ضابطے" بھی کہیں گے۔

اضافیت کے محدود نظریے سے متعلق تمام نتیجے اور مسئلے انہی ضابطوں یا لغت کی مدد سے اخذ کیے جاتے ہیں اور یہ سب نتیجے کامل طور پر صحیح ہیں بشرطیکہ دونوں مفروضوں کو مان لیا جائے۔ اس لغت کی بنا پر آئن سٹائن نے ثابت کیا کہ مشاہدین چاہے کسی حالت میں ہوں حرکت، برق اور مقناطیس کے تمام قوانین غیر متغیر رہتے ہیں۔ اس طرح اُصول اضافیت پورا ہوتا ہے۔ دو مختلف مقاموں پر ہونے والے دو واقعوں کے متعلق یہ کہنا کہ وہ ہم وقت ہیں بے معنی ہے۔ کائنات میں مطلق حرکت اور مطلق رفتار کا معلوم کرنا کسی طریقے سے ممکن نہیں۔ اس لیے سائنس میں ان مطلق اشیا کا مفہوم باقی رکھنا بھی بے کار اور غیر ضروری ہے۔ ہم صرف اضافی حرکت اور اضافی رفتاروں کا

پتہ چلا سکتے ہیں اور جب کبھی ہم حرکت یا رفتار کا ذکر کرتے ہیں تو ہماری مراد ہمیشہ اضافی حرکت یا اضافی رفتار سے ہوتی ہے۔ دو مختلف مشاہدین میں سے جو ایک ہی قدرتی مظہر کے متعلق دو مختلف نتیجے حاصل کرتے ہیں کسی نہ کسی ایک کا غلط ہونا ضروری نہیں بلکہ دونوں اپنی اپنی جگہ پر صحیح ہو سکتے ہیں۔ کیوں کہ ہر مشاہد نتیجے کو اپنے مکاں۔ زماں کی رقوم میں بیان کرتا ہے۔ ان دونوں کے نتیجوں کا مقابلہ کرنے کے لیے وہی لغت یعنی لورنٹز کے تبدیلی ضابطوں کو استعمال کرنا چاہیے۔

اضافیت سے متعلق عام فہم مضمونوں میں جو پیچیدگیاں، شک اور غلطیاں ہوتی ہیں وہ اسی "لغت" یعنی لورنٹز کے ضابطوں کا خیال نہ رکھنے کی وجہ سے ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر ہم یہاں مخالفین اضافیت کے ایک اعتراض کا جواب دیں گے۔ اعتراض یہ ہے کہ اگر ایک بچّہ لٹّو کو گھمائے تو نظریۂ اضافیت کے بموجب یہ کہنا کہ بچّے نے آسمان کو گھمایا ہے اسی قدر صحیح ہے جتنا یہ کہنا کہ اس نے لٹو کو گھمایا ہے۔ اس تمثیل کے بعد معترضین نظریۂ اضافیت کو مہمل قرار دیتے ہیں۔ لیکن غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ خود معترضین کی مثال ہی سے نظریۂ اضافیت کی اور زیادہ توثیق ہوتی ہے۔ بچّہ لٹّو کو گھماتا ہے۔ لٹّو کا ایک علیحدہ نظام ہے اور آسمان کا ایک علیحدہ نظام۔ انسان جو اس واقعہ پر غور کر رہا ہے وہ نہ لٹّو کے ساتھ جڑا ہوا ہے اور نہ آسمان کے ساتھ بلکہ اس کا ایک تیسرا نظام ان دونوں سے بالکل علیحدہ ہے۔ اس انسان کو لٹّو اور

آسمان کی حرکتیں مختلف معلوم ہو سکتی ہیں لیکن ایک چیونٹی کو جو لٹّو پر ہو کوئی امتیاز نہیں ہو سکے گا کہ لٹّو گھوم رہا ہے یا آسمان۔ چیونٹی کے لیے یہ حرکت بالکل اضافی ہوگی۔

دور کیوں جائیں خود زمین کی محوری حرکت کا بھی یہی حال ہے۔ زمین لٹّو کی طرح گھوم رہی ہے اور ہم چیونٹی کی طرح زمین کی سطح پر ہیں۔ اب ہمارے لیے محض مشاہدے کی بنا پر یہ فیصلہ کرنا ناممکن ہے کہ زمین گھوم رہی ہے یا آسمان گھوم رہا ہے۔ معترضین کو اسی وجہ سے غلط فہمی ہوئی کہ انھوں نے مختلف نظاموں کا اور ان کے درمیان لورنٹز کے تعلق کا خیال نہیں رکھا۔

۳۔ محدود نظریۂ اضافیت کے چند اہم نتیجے۔

گزشتہ دفعہ میں ہم نے جو نتیجے بیان کیے ہیں اور اس دفعہ میں جو اہم نتیجے بیان کیے جائیں گے سب ان ہی دو مفروضوں یعنی اضافیت اور رفتار نور کے مفروضوں پر مبنی ہیں اور ہم بار بار تاکید کر چکے ہیں کہ ایک مرتبہ ان مفروضوں کو مان لینے کے بعد ان نتیجوں کی صداقت میں کسی قسم کا شبہ کرنا "منطقی ناممکنات" میں سے ہے۔ اگر یہ نتیجے بظاہر حیرت انگیز یا مہمل محسوس ہوں تو ان کے سمجھنے کی کوشش کرنی چاہیے۔ ان کو غلط ٹھیرانا یا اس بنا پر خود نظریۂ اضافیت کو غلط قرار دینا معقولیت سے بعید ہوگا۔ اضافیت کے محدود نظریہ کے چند اہم مسئلے حسب ذیل ہیں:-

(۱) اضافیت کے محدود نظریے میں روشنی کی رفتار بنیادی اہمیت رکھتی ہے۔ یہ رفتار تین لاکھ کیلومیٹر فی ثانیہ یعنی

ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی ثانیہ ہی۔ بظاہر یہ رفتار ہم کو بہت زیادہ معلوم ہوتی ہی۔ چنانچہ روشنی کی ایک شعاع زمین کے ایک مقام سے کسی دوسرے مقام تک پلک جھپکنے میں پہنچ جاتی ہی، لیکن پھر بھی یہ رفتار ایک محدود رفتار ہی اور تجربہ خانے میں بعض ایسے مادّی ذرّے حاصل ہوتے ہیں جن کی رفتار روشنی کی رفتار کے لگ بھگ ہوتی ہی۔ نیوٹن کے ضابطوں میں یہ رفتار شامل نہیں ہوتی۔ لیکن آئن سٹائن کے ضابطوں میں یہ ہمیشہ پائی جاتی ہی۔ دُنیا کے معمولی مظاہر میں رفتاریں بہت سُست ہوتی ہیں چنانچہ تیز سے تیز ہوائی جہاز کی رفتار ایک گھنٹے میں ۵۰۰ میل یعنی ایک ثانیہ میں چند گز سے زیادہ نہیں ہوتی۔ یہ رفتار نور کے مقابلے میں بہت حقیر ہی۔ غرض کہ معمولی واقعوں کے لیے نیوٹن اور آئن سٹائن کے نتیجوں میں اس قدر خفیف اور ناقابل لحاظ فرق ہی کہ وہ موجود آلوں کی مدد سے نہیں ناپا جا سکتا۔ ان واقعات کے لیے نیوٹن کا نظریہ استعمال کرنا کافی ہی۔ یہی وجہ ہی کہ نیوٹن کا نظریہ بالکل متروک نہیں ہوگیا بلکہ کالج کی ابتدائی جماعتوں میں اب بھی پڑھایا جاتا ہی۔

البتہ تیز رفتاروں کے لیے نیوٹن کا نظریہ قطعی غلط ہی۔ ان واقعات کی توجیہ کے لیے آئن سٹائن کا نظریہ استعمال کرنا بہت ضروری ہی۔ مثلاً نظریہ جوہر (atom) میں تیز رفتار الکٹرنوں کے لیے نظریۂ اضافیت کا استعمال لازمی ہی تاکہ صحیح نتیجے حاصل ہوں۔

(۲) اضافیت کے محدود نظریہ کی بنا پر آئن سٹائن نے

ثابت کیا کہ کائنات میں کوئی مادّی شے روشنی کی رفتار سے زیادہ تیز رفتار کے ساتھ سفر نہیں کرسکتی کیوں کہ اس رفتار میں چاہے کسی رفتار کا اضافہ کیا جائے وہی ابتدائی رفتار حاصل ہوتی ہے۔

مخالفینِ اضافیت اس نتیجے کو عجیب وغریب سمجھ کر یہ اعتراض کرتے ہیں کہ اس میں روشنی کی رفتار کی وہی خاصیت ہے جو ریاضیات میں "لامتناہی" (Infinite) کی ہوتی ہے۔ اس خاصیت کے بموجب اگر لامتناہی میں کسی محدود عدد کو جمع کیا جائے تو وہی لامتناہی حاصل ہوتا ہے۔ یہاں معترضین کو پھر غلط فہمی ہوئی ہے۔ انھوں نے یہ مان لیا ہے کہ دو عددوں کو جمع کرنے کا عمل اور دو رفتاروں کو "جمع" کرنے کا عمل ایک ہی حیثیت رکھتے ہیں حالاں کہ یہ دونوں عمل ایک دوسرے سے بالکل مختلف ہیں۔ ایک معمولی جمع کا عمل ہے جو ابتدائی حساب میں سکھایا جاتا ہے اور دوسرا "ترکیب" کا عمل ہے جو علم حرکت میں استعمال ہوتا ہے جس کی مدد سے دو قوتوں یا دو رفتاروں کا حاصل معلوم کیا جاتا ہے۔ اس حقیقت کو سامنے رکھ کر ہم ذیل کے دونوں رشتوں پر غور کرتے ہیں :۔

(۱) لامتناہی + محدود عدد = لامتناہی

(ب) روشنی کی رفتار + محدود رفتار = روشنی کی رفتار

پہلا رشتہ (۱) لامتناہی کی تعریف کا نتیجہ ہے اور اس میں جمع کی علامت حسابی عمل کو تعبیر کرتی ہے۔ دوسرا رشتہ (ب) رفتاروں کو "جمع" کرنے یعنی ترکیب دینے اور ان کا حاصل معلوم کرنے کے

طریقہ پر مبنی ہے اور اس میں جمع کی علامت حسابی عمل کو نہیں بلکہ ہندسی یا حرکتی عمل کو تعبیر کرتی ہے۔ دونوں رشتے اپنے اپنے مقام پر صحیح ہیں۔ اور ان کی بنا پر یہ کہنا غلط ہے کہ روشنی کی رفتار وہی خاصیت رکھتی ہے۔ جو لاتناہی میں پائی جاتی ہے۔ طبیعیات میں اس قسم کی دوسری مثالیں موجود ہیں۔ مثلاً اگر ایک طبیعی حالت پر اسی حالت کو منطبق Superpose کیا جائے تو وہی ابتدائی حالت حاصل ہوتی ہے۔ اگر اس حالت کو ا سے تعبیر کریں تو علامتوں میں یوں بیان کرسکتے ہیں کہ

ا + ا = ا

لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہوں گے کہ ا لاتناہی ہے۔

اس اعتراض کا جواب دینے کے بعد اب ہم اس مسئلے کی وضاحت کریں گے کہ کوئی مادّی شے روشنی سے زیادہ تیز سفر نہیں کرسکتی۔ یہ نتیجہ جو باضابطہ ریاضی کی مدد سے حاصل ہوتا ہے ہمارے لیے فلسفیانہ نقطۂ نظر سے بھی تشفی بخش ہے کیوں کہ اگر ایسا نہیں ہوتا اور کوئی مادّی شے روشنی سے زیادہ تیز سفر کرسکتی تو ایک ایسے مشاہد کے لیے جو اس شے کے ساتھ منسلک ہو علت و معلول کا سارا سلسلہ درہم برہم ہو جاتا۔ مثلاً فرض کیجیے کہ مشاہد زید روشنی سے زیادہ تیز رفتار کے ساتھ سفر کر رہا ہے اور جب وہ ایک مکان کے مقابل سے گزرتا ہے تو بکر ایک بٹن دبا کر چراغ روشن کرتا ہے زید کو چراغ کی روشنی پہلے نظر آئے گی اور بٹن دبانا بعد میں دکھائی دے گا۔ اس لیے زید کے نزدیک بٹن دبانے کا نتیجہ

روشنی ہونا نہیں بلکہ روشنی ہونے کا نتیجہ بٹن دبانا ہے۔ اور تمام واقعات کا بھی یہی حال ہوگا۔ سنیما میں بعض وقت فلم اُلٹی ترتیب میں بتائے جاتے ہیں مثلاً ایک تیراک پانی میں سے نکلتا ہے اور سر نیچے ٹانگیں اوپر کیے ہوئے بلند ہوتا ہے اور پھر تختے پر کھڑا ہوا نظر آتا ہے۔ زید کی دُنیا میں بھی اُلٹی ترتیب پائی جائے گی۔ لیکن علت و معلول میں اس برہمی کا انسداد آئن شٹائن نے پہلے ہی کر دیا ہے۔ زید کے لیے یہ ناممکن ہے کہ روشنی سے زیادہ تیز رفتار کے ساتھ سفر کرے۔ عام مضمونوں میں اکثر اس قسم کے حیرت انگیز واقعات بیان کیے جاتے ہیں جن میں لوگ آسمانوں کا سفر کرتے ہیں۔ ان میں مان لیا جاتا ہے کہ کائناتی سیّاحوں کی رفتار روشنی کی رفتار کے مساوی یا اس سے زیادہ تیز ہے حالانکہ جدید سائنس کا یہ بُنیادی اُصول ہے کہ کسی مادّی شے کی رفتار روشنی کی رفتار کے مساوی نہیں ہو سکتی۔ اس سے زیادہ تیز ہونا تو اور بھی ناممکن ہے۔

(۳) اضافیت کے محدود نظریہ کا تیسرا اہم نتیجہ یہ ہے کہ متحرک جسموں کا طول حرکت کی سمت میں کم نظر آتا ہے۔ مثلاً فرض کیجیے کہ زید اور بکر دو مشاہد ہیں۔ زید مشرق کی طرف کسی یکساں سیدھی رفتار سے تیز حرکت کر رہا ہے اور بکر ساکن ہے۔ زید کے ہاتھ میں ایک لکڑی ہے جس کا طول ایک گز ہے اور جو مشرق۔ مغرب کی سمت میں واقع ہے۔ بکر تجربہ کر کے معلوم کرتا ہے کہ زید کی لکڑی کا طول ڈھائی فٹ ہے۔ لیکن زید خود ناپتا ہے تو اس کو اپنی

لکڑی کا طول پورا ایک گز حاصل ہوتا ہے۔ اگر ہم گزشتہ دفعہ کی تشریح کو یاد رکھیں تو ہم کو اس نتیجے سے کوئی تعجّب نہیں ہونا چاہیے۔ زید اور بکر لکڑی کے طول کو اپنے اپنے نظام میں یعنی "مکاں زماں" میں ناپتے ہیں۔ اگر ہم ان کے نتیجوں کا مقابلہ کرنے کے لیے اسی "لغت" یعنی لورنٹز کے ضابطوں کا استعمال کریں تو ہم دیکھیں گے کہ دونوں کے نتیجے ایک دوسرے کے موافق ہیں اور ان میں کوئی تضاد نہیں۔ لکڑی کا "حقیقی" یا "اصلی" طول کوئی معنی نہیں رکھتا۔ ہر طول کسی ناپنے والے یا مشاہد کے لحاظ سے ہوگا۔ زیادہ سے زیادہ ہم یہ کرسکتے ہیں کہ ایک ایسے مشاہد کو لیں یعنی زید کو جو لکڑی کے ساتھ منسلک ہو اور حرکت کر رہا ہو۔ زید اس لکڑی کا جو طول ناپے گا وہ طول لکڑی کا "ذاتی" یا "مقامی" طول ہوگا۔ بہرحال کوئی طول مطلق نہیں سب اضافی ہیں۔ اب اگر زید کی رفتار تیز ہو جائے اور روشنی کی رفتار کے قریب آجائے تو بکر دیکھے گا کہ لکڑی کا طول اور سکڑ کر بہت کم ہو گیا ہے۔ اس کے علاوہ نہ صرف لکڑی بلکہ زید کے ساتھ کی تمام چیزیں حرکت کی سمت میں سکڑ جائیں گی۔ خود زید کا جسم بھی چپٹا معلوم ہونے لگے گا بعینہ اس طرح جیسے کہ ایک مینڈک نظر آتا ہے جب اس پر سے کوئی وزنی چیز گزر جائے۔

یاد رہے کہ یہ تمام مشاہدات اور نتیجے بکر کے اخذ کیے ہوئے ہیں۔ خود زید کو ان کا ذرا بھی احساس نہیں ہوتا کیوں کہ اپنی نظر میں وہ ساکن ہے اور اس کی دنیا وہی معمولی دنیا ہے۔ البتہ زید

دیکھتا ہے کہ بکر مغرب کی طرف تیز رفتار سے جا رہا ہے اور بکر کے ساتھ جتنی چیزیں ہیں وہ سب حرکت کی سمت میں سکڑی ہوئی ہیں۔ بکر کے ہاتھ کی لکڑی ایک گز سے کم ہے۔ بکر کا جسم چپٹا ہے۔ بکر کی فضا تقریبًا دو بُعدی سطح ہے۔ غرض طول کا یہ سکڑاؤ جو وقت کی اضافیت کا لازمی نتیجہ ہے دونوں مشاہدین کے لیے باہمی ہے۔ زید کا نظام بکر کو ایک سمت میں سکڑا ہوا نظر آتا ہے اور بکر کا نظام زید کو۔ کوئی نہیں کہہ سکتا کہ دونوں میں سے ایک صحیح اور دوسرا غلط ہے۔ لغت یعنی لورنٹز کے ضابطوں کی مدد سے دونوں کی صداقت ثابت کی جاسکتی ہے۔

یہاں یہ سوال کیا جاسکتا ہے کہ روزمرّہ کی زندگی میں ہم کو کسی متحرک شے کا طول سُکڑا ہوا کیوں نظر نہیں آتا۔ اس کا جواب وہی ہے کہ تیز سے تیز رفتاریں جن سے ہم کو سابقہ پڑتا ہے روشنی کی رفتار کے مقابلے میں اس قدر حقیر ہیں کہ سکڑاؤ کا اثر ناپا نہیں جاسکتا۔ اگر ہم ایسی تیز رفتاریں پیدا کرسکیں جو روشنی کی رفتار کے لگ بھگ ہوں تو اس سکڑاؤ کا اندازہ ہوسکے گا۔ اس کی ایک مثال خود میکلسن۔ مورلے کے تجربے میں ملتی ہے کہ اس آلے کا وہ حصّہ جو حرکت کی سمت میں ہوتا ہے سُکڑ کر چھوٹا ہوجاتا ہے اور اس لیے روشنی کی دونوں شعاعیں ایک ہی وقت واپس ہوتی ہیں۔

(۴) ہم نے اس سے قبل ہی بیان کیا ہے کہ مکاں کی طرح زماں بھی اضافی ہے اور مختلف مشاہدین کے نزدیک وقت کا بہاؤ

مختلف ہوتا ہے۔ آئن شٹائن کے مفروضوں سے باضابطہ طور پر یہ نتیجہ حاصل ہوتا ہے کہ دو مختلف مشاہدین کے لیے وقت کا دوران مختلف ہوتا ہے۔ اس کی تشریح کے لیے وہی اوپر کی مثال لیتے ہیں جس میں زید اور بکر ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کر رہے ہیں۔ بکر دیکھتا ہے کہ زید کے ہر کام میں زیادہ دیر لگتی ہے۔ جس کام کو بکر خود پانچ منٹ میں کرتا ہے اس کے کرنے میں زید کو چھ منٹ لگتے ہیں۔ بکر اپنے سگار کو پینے میں ۲۰ منٹ لگاتا ہے تو زید کا سگار آدھے گھنٹے تک جلتا رہتا ہے۔ غرض بکر یہ نتیجہ اخذ کرتا ہے کہ زید کی حرکت کی وجہ سے زید کا وقت سستی سے طے ہو رہا ہے۔ اگر زید روشنی کی رفتار کے لگ بھگ رفتار کے ساتھ کائنات کا سفر کر کے واپس آئے اور دونوں دوبارہ ملیں تو بکر کہے گا کہ ان کی دونوں ملاقاتوں کے درمیان تقریباً ۷۰ برس گزر چکے ہیں لیکن زید کے لیے تو یہ وقفہ صرف ایک سال کا ہوگا۔ وقت کی سستی کا یہ احساس بھی باہمی ہے۔ زید سمجھتا ہے کہ وہ خود ساکن ہے اور بکر تیز رفتار کے ساتھ مخالف سمت میں حرکت کر رہا ہے۔ زید کی نظر میں بکر کو ہر کام میں دیر لگتی ہے۔ زید کا سگار ۲۰ منٹ میں ختم ہو جاتا ہے۔ لیکن بکر کا سگار آدھے گھنٹے تک باقی رہتا ہے۔ ان دونوں کے نتیجوں میں تعلق پیدا کرنے کے لیے وہی لغت یا لورنٹز کے ضابطے ہیں۔ غرض وقت کے بہاؤ کا احساس اضافی ہے، مطلق وقت کے کوئی معنی نہیں۔ کوئی ایسا مطلق طور پر ساکن مشاہد نہیں ہے جس کے وقت کو ہم معیاری مطلق وقت قرار دے سکیں۔ البتہ ہم ہر چیز کے

"ذاتی وقت" کی بالکل اسی طرح تعریف کرسکتے ہیں جیسے ہر چیز کے ذاتی طول کی۔ یہ وقت اس مشاہد کا ناپا ہوا وقت ہوگا جو اس چیز کے ساتھ منسلک ہو۔ کسی دوسرے متحرک مشاہد کے ناپنے سے یہی وقت زیادہ معلوم ہوگا۔ غرض کہ حرکت کی وجہ سے متحرک جسم کے وقت میں بیرونی مشاہد کو "پھیلاؤ" محسوس ہوتا ہے۔ یہ پھیلاؤ باہمی ہے یعنی ہر دو مشاہدین میں سے جو ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت میں ہوں ہر ایک دوسرے کے وقت کو سُست رفتار سے گزرتا ہوا محسوس کرتا ہے۔ روز مرّہ زندگی میں یہ پھیلاؤ ہم کو اس وجہ سے معلوم نہیں ہوتا کہ متحرک جسموں کی رفتاریں روشنی کی رفتار کے مقابلے میں بہت حقیر ہوتی ہیں اور معمولی آلات سے اس خفیف پھیلاؤ کا ناپنا ممکن نہیں ہے۔

(۵) نظریۂ اضافیت کے انکشاف سے قبل ہی کاوف مان کے تجربے سے معلوم ہوچکا تھا کہ تیز رفتار سے حرکت کرنے والے ذرّوں کی کمیّت میں اضافہ ہوتا ہے۔ نیوٹن کا نظریہ اس اضافے کی توجیہ کرنے کے قابل نہیں تھا۔ لیکن آئن شٹائن نے اپنے نظریہ کی بنا پر ثابت کیا کہ ہر متحرک شے کی کمیّت میں اضافہ ہونا لازمی ہے۔ زید اور بکر ایک ہی مقام پر ساکن ہیں اور دونوں کے ہاتھ میں ایک ایک پونڈ کا گولا رکھا ہوا ہے۔ پھر کسی طرح سے ان دونوں میں تیز اضافی حرکت پیدا ہوجاتی ہے۔ بکر سمجھتا ہے کہ زید تیز رفتار کے ساتھ حرکت کر رہا ہے۔ تجربہ کرنے پر بکر کو معلوم ہوتا ہے کہ زید کے گولے کی کمیّت ایک پونڈ سے زیادہ ہے۔ اسی طرح

زید کے نظام کے تمام اشیا کی اور خود زید کے جسم کی کمیّت میں بھی بکر کو اضافہ محسوس ہوتا ہے حالانکہ خود زید کو اپنے ہاتھ کے گولے کی اور اپنے نظام کے دوسرے تمام اشیا کی کمیت میں کوئی فرق محسوس نہیں ہوتا۔ چاہے زید کوئی تجربہ کرے اس کو یہی معلوم ہوگا کہ اس کے اپنے نظام کے تمام اشیا کی کمیّت میں کوئی تغیّر نہیں ہؤا البتہ زید کی نظروں میں بکر تیز رفتار سے حرکت کر رہا ہے اور بکر کے گولے کی کمیّت ایک پونڈ سے زیادہ ہے اور اسی طرح بکر کے نظام کے تمام اشیا کی کمیّت میں اضافہ معلوم ہوتا ہے۔ زید اور بکر کو خود اپنے نظام کے اشیا کی یعنی ان اشیا کی جن کے ساتھ یہ منسلک ہیں جو کمیّت حاصل ہوتی ہے، اس کو ان اشیا کی "ذاتی کمیت" یا "سکونی کمیّت" کہتے ہیں۔

۴۔ مجاز اور حقیقت۔

گزشتہ بحث کا ماحصل یہ ہے کہ قدرتی مظاہر یہ تجربوں کے نتیجے مختلف مشاہدین کو مختلف نظر آتے ہیں لیکن ہم ان میں سے کسی کو غلط نہیں کہہ سکتے کیوں کہ فرق صرف نقطۂ نظر کا ہے اور لورنٹز کے تبدیلی ضابطوں کی مدد سے ہم ایک مشاہد کے نتیجے کو دوسرے مشاہد کے نتیجوں سے مطابق کر سکتے ہیں۔ یہ کہنا بھی صحیح نہیں کہ جو کچھ ایک مشاہد کو معلوم ہوتا ہے محض ظاہری نتیجہ ہے اور حقیقت اس کے خلاف ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ جدید سائنس میں مجاز اور حقیقت کا یہ جھگڑا پیدا ہی نہیں ہوتا جو صدیوں سے مذہب اور فلسفے کا

اہم اور اختلافی مسئلہ رہا ہے۔ اس میں شک نہیں کہ مذہب اور فلسفے سے متاثر ہو کر حال تک سائنس بھی مجاز اور حقیقت کی اس الجھن میں پڑی رہی لیکن اب یہ اُصول تقویم پارینہ ہو چکا ہے اور اس پر سب سے پہلی ضرب آئن سٹائن ہی نے لگائی تھی جس نے بتایا کہ سائنس میں حقیقت وہی ہے جو تجربوں اور مشاہدوں کے نتیجے کے طور پر معلوم ہو۔ اس کے علاوہ اگر کوئی حقیقت ہے تو سائنس کو اس سے سروکار نہیں کیوں کہ یہ سائنس کے احاطے سے خارج ہے۔

قارئین کو یہاں غلط فہمی سے بچانے کے لیے اس قدر تشریح ضروری ہے کہ جدید سائنس صرف اپنے مقصد اور منتہا کی پوری حد بندی کر رہی ہے۔ کسی "اصلی حقیقت" سے انکار یا اس کا اقرار نہیں کر رہی ہے۔ اس کا کہنا صرف یہ ہے کہ سائنس کے اُصول اس حقیقت کا انکشاف نہیں کر سکتے۔ البتہ سائنس کی مدد سے ہم واقعات کی توجیہ اور پیشین گوئی کر سکتے ہیں۔ لیکن ہر مشاہدے یا تجربے میں مشاہد کی شخصیت بھی ضرور شامل ہوتی ہے۔ تجربے کے نتیجوں پر مشاہد کی حرکت کا اثر پڑنا لازمی ہے۔ نظریہ اضافیت کا ایک بڑا کارنامہ یہ بھی ہے کہ وہ نتیجوں سے مشاہدین کے شخصی عنصر کو ساقط کرتا ہے اور مختلف مشاہدین میں جو قانون مشترک ہے اور جس کو ہم قانونِ قدرت کہہ سکتے ہیں حاصل کرتا ہے۔ یہ "سائنسی حقیقت" ہے۔

مثال کے طور پر ہم ایک متحرک ریل گاڑی کی سیٹی پر غور کرتے ہیں۔ ریل کی سڑک کے کنارے زمین پر پیدل چلتے ہوئے

شخص کو سیٹی کا سُر بدلتا ہُوا سُنائی دیتا ہے کیوں کہ گاڑی کی حرکت کی حرکت کی وجہ سے انجن کا فاصلہ اس شخص سے بدلتا جا رہا ہے اور اس شخص کے کان تک آنے والی آواز کے موجوں کی تعداد جس پر سُر کا دار و مدار ہے ہر لحظہ بدلتی جاتی ہے۔ لیکن ایک مسافر کو جو ریل گاڑی میں سفر کر رہا ہے ایک ہی سُر سُنائی دیتا ہے کیوں کہ انجن سے اس کا فاصلہ نہیں بدلتا۔ اس فرق کے باوجود اگر زمین پر چلنے والے شخص اور ریل گاڑی کے مسافر کو اس سیٹی کے بعد ہی کسی طرح ملاقات کا موقع ملے تو دونوں کا اس پر اتفاق ہوگا کہ سیٹی کے سُر میں فرق ان کی اپنی حالت میں اختلاف کی وجہ سے تھا۔ گویا ان دونوں نے اپنی اضافی حالت کا لحاظ رکھا اور نتیجوں کے اس اختلاف میں جو ایک سائنسی حقیقت پوشیدہ ہے اس کو معلوم کرلیا اشیا کے رنگ، شکل صورت وغیرہ کا بھی یہی حال ہے۔

نظریۂ اضافیت اسی نتیجے کی عام شکل ہے۔ اس نظریے میں کوشش کی جاتی ہے کہ سائنسی حقیقت کو دریافت کیا جائے جو مختلف مشاہدین کی حاصل کی ہوئی مجازی صورتوں میں نمودار ہوتی ہے اور جو اُن سب میں مشترک ہے۔ اس اصول کی فلسفیانہ ضرورت سے علمی دنیا میں اب شاید ہی کسی کو انکار ہو۔ اور جب ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس فلسفیانہ ضرورت کو پورا کرنے کے لیے جو نظریہ قایم کیا گیا ہے وہ تجربوں اور مشاہدوں کے نتیجوں کی زیادہ صحیح اور زیادہ عام توجیہ کرتا ہے تو اس نظریہ کی صداقت ہمارے لیے زیادہ قرینِ قیاس ہوجاتی ہے۔

پانچواں باب

اضافیت کا عام نظریہ

۱۔ بُنیادی مفروضے۔

آئن شٹائن نے سب سے پہلے ۱۹۰۵ء میں جو نظریہ پیش کیا وہ صرف ان رفتاروں کے لیے تھا جو یکساں اور سیدھی ہوں۔ یعنی جن میں کوئی تغیر، قیمت یا سمت کے لحاظ سے نہ ہوتا ہو۔ اسی لیے اس ابتدائی نظریے کو "خاص" یا "محدود" نظریہ کہتے ہیں۔ اس کے بعد آئن شٹائن نے اس قید کو دور کرنے کی کوشش شروع کی اور ایک ایسے نظریہ کے انکشاف میں محو ہو گیا جو ہر قسم کی رفتاروں کے لیے صحیح ہو، چاہے یہ رفتاریں متغیر ہی کیوں نہ ہوں۔ ظاہر ہے کہ جب ہم مختلف مشاہدین کے شخصی جزو کو دور کر رہے ہیں اور یہ اصول قرار دیتے ہیں کہ ان مشاہدین کی ذاتی حرکت یا سکون کا قوانین قدرت پر کوئی اثر نہیں ہونا چاہیے تو کوئی وجہ نہیں کہ صرف یکساں اور سیدھی رفتاروں کے اثر کو ساقط کریں۔ بلکہ ہر قسم کی ٹیڑھی اور متغیر حرکت کو بھی زائل کرنے کی کوشش کرنی چاہیے۔ تقریباً دس سال کی ان تھک محنت کے بعد آئن شٹائن کو اس مسئلے کے حل کرنے میں کامیابی ہوئی اور ۱۹۱۵ء میں اس نے اپنا "عام نظریہ"

شایع کیا۔

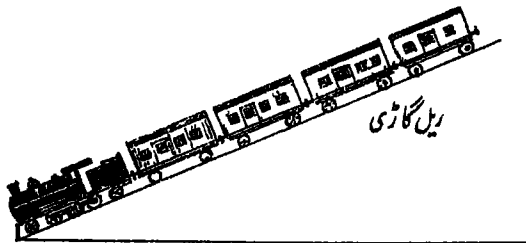
اس عام نظریے کا سب سے پہلا اُصول یہ ہے کہ قوانینِ قدرت کو ایسے ضابطوں (formulae) میں بیان کیا جائے جو تمام مشاہدین کے لیے ایک ہی شکل رکھتے ہوں۔ ایسے جملوں کو ریاضی کی زبان میں "(tensor)" کہتے ہیں۔ ان جملوں کے علم کو آئن سٹائن سے پہلے ہی دوسرے ریاضی دانوں نے ترقی دی تھی۔ یہ ریاضی کی بہت اعلیٰ شاخ ہے اور کسی جامعہ کے ایم۔اے کے نصاب سے بھی باہر ہے۔ نظریۂ اضافیت کی ساری دقتیں انہی (tensors) کے استعمال کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں۔ جب تک اس علم پر حاوی نہ ہوں نظریۂ اضافیت کا سائنسی مطالعہ نہیں کیا جاسکتا۔

غرض عام نظریہ کا پہلا اُصول یہ ہے کہ تمام قوانین قدرت کو ایسے ریاضیاتی جملوں میں بیان کرنا چاہیے جو مختلف حرکتوں والے سب مشاہدین کے لیے ایک ہی شکل رکھتے ہوں۔ اس کو "ہم تغیر" کا اُصول (Principle of Co-variance) کہتے ہیں۔
محدود نظریہ کے اُصول اضافیت کی یہ عام شکل ہے اور اس کا لازمی نتیجہ ہے۔ فلسفیانہ طور پر بھی یہ بدیہی اور تشفی بخش ہے کیونکہ ہماری کسی قسم کی حرکت کا اثر قوانینِ قدرت پر نہیں ہونا چاہیے۔
عام نظریۂ اضافیت کے بھی دو بنیادی اُصول ہیں۔ ایک تو یہی "ہم تغیر" کا اُصول ہے جو ابھی بیان کیا گیا۔ دوسرا اُصول "تعادل" (equivalence) کا ہے جس کا بنیادی

مفہوم یہ ہے کہ قوت بھی مطلق نہیں بلکہ اضافی چیز ہے۔ نیوٹن نے
مکاں اور زماں کے ساتھ قوت کو بھی مطلق فرض کیا تھا۔ لیکن ہم
دیکھ چکے ہیں کہ مکاں اور زماں اور کمیّت اضافی چیزیں ہیں۔ مختلف
مشاہد اپنے اپنے نظام میں ان کی مختلف قیمتیں حاصل کرتے ہیں۔
قوت بھی فاصلہ اور کمیّت پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً نیوٹن کے قانون
کے مطابق تجاذب یا کشش کی قوت جسموں کی کمیّتوں کے ساتھ ساتھ
اور درمیانی فاصلے کے مربّع کی معکوس نسبت سے بدلتی ہے۔ اس لیے
ظاہر ہے کہ فاصلہ اور کمیّت کی طرح قوت بھی اضافی ہوگی۔ قوت
کے اضافی ہونے کو عام مثالوں کے ذریعے بھی سمجھایا
جا سکتا ہے

۲۔ قوت کی اضافیت۔

فرض کیجیے کہ ایک ہموار چکنا تختہ زمین پر پڑا ہوا ہے۔ اور
اس پر ایک کتاب رکھی ہوئی ہے۔ اگر تختے کے ایک کنارے کو پکڑ کر
اس کنارے کو اُٹھایا جائے تو کتاب پھسل کر مقابل کے کنارے کی
طرف حرکت کرے گی۔ ہر سمجھ دار شخص یہی کہے گا کہ اس حرکت
کا باعث زمین کی کشش ہے۔ گویا اگر کوئی چیز بغیر دھکیلے جانے یا
رسّی سے کھینچے جانے کے حرکت کرے تو اس کی حرکت کا باعث
تجاذب کی قوت ہے۔ اب پھر اسی بند ریل گاڑی کی مثال پر غور
کیجیے جس میں آپ بیٹھے ہوئے ہیں اور جس کی حرکت یا سکون کا
آپ کو کوئی احساس نہیں ہو رہا ہے۔ کیوں کہ گاڑی اگر حرکت کر رہی
ہے تو یکساں سیدھی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ فرض کیجیے کہ چلتے چلتے

گاڑی کی رفتار یکایک بدلتی ہے یعنی تیز یا سست ہوتی ہے اور آپ ایک دم سامنے یا پیچھے کی طرف جھک جاتے ہیں۔ اگر گاڑی کے فرش پر ایک گولا آزاد رکھا ہوا ہو تو وہ بھی حرکت کرنے لگتا ہے۔ آپ دریافت کرنا چاہتے ہیں کہ آپ کے جھک جانے یا گولے کے حرکت کرنے کا سبب کیا ہے۔ گاڑی کی رفتار کے بدلنے کا احساس آپ کو نہیں ہو سکتا کیوں کہ آپ بند گاڑی میں ہیں اور کوئی ایسا تجربہ نہیں کر سکتے جس سے گاڑی کے مقام کی تبدیلی معلوم ہو۔ رفتار اور اس کی تبدیلی معلوم کرنے کے لیے مقام کی تبدیلی معلوم کرنا لازمی ہے۔ آپ کا مشاہدہ صرف اسی قدر ہے کہ آپ جھک گئے ہیں اور جتنی چیزیں فرش پر آزاد رکھی ہوئی تھیں وہ حرکت کر رہی ہیں۔ یہ اثر اس وقت بھی ہوتا جب کوئی طاقت ور ہستی گاڑی کو ایک طرف سے اٹھاتی جس کی وجہ سے گاڑی زمین کی سطح کے ساتھ ایک زاویہ بناتی ہوئی مائل ہو جاتی ہے۔

لیکن آپ گاڑی کے اس اٹھائے جانے کو بھی نہیں دیکھ سکتے۔ آپ صرف یہ دیکھ رہے ہیں کہ تمام آزاد اشیا مقابل کے کنارے

کی طرف حرکت کر رہی ہیں۔ اس لیے آپ یہ نتیجہ نکالیں گے کہ مقابل کے کنارے کی طرف کوئی کشش یا تجاذب کی قوت پیدا ہوگئی ہے، جیسا کہ آپ نے تختے اور کتاب کی مثال میں دیکھا تھا۔ ریل گاڑی کے باہر کھڑا ہوا مشاہد کہے گا کہ کوئی قوت وغیرہ نہیں عمل کر رہی ہے بلکہ صرف گاڑی کی رفتار بدل رہی ہے۔ آپ دونوں میں سے کسی ایک کو صحیح اور دوسرے کو غلط نہیں کہہ سکتے۔ دونوں اپنی حد تک حق بجانب ہیں۔ جو چیز آپ کی نظروں میں تجاذبی قوت ہے وہ باہر کے مشاہد کے نزدیک رفتار کی تبدیلی ہے۔ دونوں کے "مکاں۔ زماں" کا نظام مختلف ہے۔ اس لیے قوت مشاہدے آزاد کوئی مطلق چیز نہیں ہے۔

اس کے لیے ایک دوسری مثال پر غور کیجیے۔ جھولے پر جھولتے ہوئے یا لفٹ (Lift) میں کھڑے ہوئے جب آپ اوپر یا نیچے جاتے ہیں اور ایک دم حرکت شروع یا ختم ہونے لگتی ہے تو پیٹ میں ایک خاص احساس ہوتا ہے جس کا باعث آپ کے وزن میں زیادتی یا کمی ہے۔ لفٹ اگر بدلتی ہوئی رفتار سے اوپر چڑھ رہا ہو تو مسافر کو معلوم ہوتا ہے کہ اس کا خود اپنا وزن اور دوسری تمام اشیا کا وزن بڑھ گیا ہے اور چوں کہ وزن تجاذب کی قوت پر منحصر ہے اس لیے مسافر نتیجہ نکالتا ہے کہ تجاذب کی قوت میں اضافہ ہوگیا ہے یعنی ایک نئی تجاذب کی قوت پیدا ہوگئی ہے جس کی قیمت آخری اور ابتدائی قیمتوں کے فرق کے برابر ہے۔ اسی طرح اگر لفٹ بدلتی ہوئی رفتار سے نیچے اتر رہا ہو تو مسافر محسوس کرے گا

کہ تمام چیزوں کا وزن کم ہوگیا ہے یعنی تجاذب کی قوت کم ہوگئی ہے۔ مسافر کو لفٹ کی حرکت کا احساس نہیں ہوتا۔ وہ سمجھتا ہے کہ زمین کی قوتِ کشش میں کمی یا زیادتی ہوئی ہے۔ یہ کمی یا زیادتی نہ صرف مسافر کو محسوس ہوتی ہے بلکہ ہر قسم کا طبیعی تجربہ اسی نتیجے پر پہنچائے گا کہ قوتِ کشش میں کمی ہوگئی ہے۔ لفٹ کے باہر والے مشاہد کے نزدیک زمین کی قوتِ کشش میں کوئی فرق نہیں آتا۔ اگر فرض کیا جائے کہ کسی طرح لفٹ آزاد گرنے لگے یعنی اسی طرح گرے جیسے کہ ہاتھ سے چھوڑا ہوا پتھر گرتا ہے تو اب لفٹ کی رفتار بدلتی جائے گی۔ اور اس تبدیلی کی شرح وہی ہوگی جو زمین کی کشش کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ اس وقت مسافر کو محسوس ہوگا کہ اس کا اور لفٹ کی دوسری تمام اشیا کا کچھ وزن نہیں ہے۔ چنانچہ اگر مسافر اپنے ہاتھ میں کے گلاس کو چھوڑ دے تو وہ معلق نظر آئے گا اور لفٹ کے فرش پر نہیں ٹکرائے گا۔ اگر گلاس پانی سے بھرا ہوا ہو اور گلاس کو اُلٹ دیا جائے تو پانی گلاس میں سے نہیں گرے گا۔ مسافر کے نزدیک اب کوئی تجاذب کی قوت عمل نہیں کر رہی ہے۔ باہر کا مشاہد کہے گا کہ گلاس فضا میں ساکن نہیں ہے۔ بلکہ گلاس بھی اسی طرح گر رہا ہے جس طرح خود لفٹ۔ اور پانی بھی گلاس میں سے بالکل اسی طرح گر رہا ہے۔ لفٹ، گلاس اور پانی تینوں کی رفتار ہمیشہ ایک ہی ہے اور اس رفتار کی تبدیلی کی شرح بھی تینوں کے لیے ہر وقت ایک ہی ہے کیوں کہ تینوں زمین کی قوتِ کشش کی تحت آزاد حرکت کر رہے ہیں۔

اس لیے گلاس کا فاصلہ لفٹ کے فرش سے ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ پانی اور گلاس کا یہی حال ہے۔ ان کا باہمی فاصلہ کبھی نہیں بدلتا اگرچہ یہ سب زمین کی سطح کے قریب آتے جا رہے ہیں۔ ان کے درمیانی فاصلوں کے نہ بدلنے کی وجہ سے مسافر کو محسوس ہوتا ہے کہ گلاس اور پانی معلق ہیں اور کوئی تجاذبی قوت عمل نہیں کر رہی ہے۔

اسی طرح فرض کیجیے کہ ایک بند غبارہ فضا میں اس طرح معلق ہے کہ اس پر کسی ستارے کی تجاذبی قوت عمل نہیں کرتی یعنی وہ تمام ستاروں کے تجاذبی میدان سے باہر ہے۔ اس میں ایک سائنس داں اپنے تجربوں میں مشغول ہے۔ جس چیز کو وہ ہاتھ سے جہاں چھوڑ دیتا ہے وہ وہیں معلق ٹھیر جاتی ہے۔ کیوں کہ کوئی تجاذبی قوت نہیں جو اس کو کسی طرف گرا دے۔ کسی وقت وہ کیا دیکھتا ہے کہ تمام چیزیں جو ایک عرصے سے معلق تھیں یکایک غبارے کے فرش پر "گر پڑتی" ہیں۔ "گر پڑتی" کے لفظ کو ہم نے واوین میں اس لیے لکھا ہے کہ اس کا مفہوم کسی قدر تشریح طلب ہے۔ قارئین کو حیرت ہوگی کہ ایک سیدھے سادے لفظ کی تشریح کس طرح کی جا سکے گی اور اگر ممکن بھی ہو تو بال کی کھال نکالنے سے کیا فائدہ۔ لیکن ابھی معلوم ہو جائے گا کہ یہ مفہوم دراصل اتنا سیدھا سادھا نہیں ہے جتنا کہ ہم سمجھتے ہیں۔

عام طور پر جب آپ کہتے ہیں کہ گولا زمین پر گر پڑا تو اس سے آپ کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ زمین ساکن تھی اور گولا حرکت

کرتا ہوا آکر زمین سے ٹکرایا۔ لیکن کیا آپ کہہ سکتے ہیں کہ آپ نے زمین کے ساکن رہنے اور گولے کے حرکت کرنے کے نتیجوں کو کہاں سے اخذ کیا۔ آپ نے جو کچھ دیکھا وہ صرف اس قدر ہے کہ گولا اور زمین ایک دوسرے سے قریب ہو رہے ہیں اور آخر میں دونوں کی سطحیں ایک دوسرے سے مل جاتی ہیں۔ اگر اسی بنا پر آپ اصرار کریں کہ گولا زمین پر گر پڑا تو دوسرا شخص بھی بجا طور پر کہہ سکتا ہے کہ "نہیں! زمین گولے پر گر پڑی"۔ آپ یہ اعتراض نہیں کر سکتے کہ اتنی بڑی زمین اس قدر چھوٹے گولے پر کیوں کر گر سکتی ہے کیوں کہ حرکت کے لیے بڑے چھوٹے کی کوئی تمیز نہیں ہے اور زمین کی تو کیا حقیقت ہے اس سے کروڑ گنا زیادہ بڑے ستارے حرکت کر رہے ہیں۔

غرض کہ "گرنا" بھی ایک اضافی چیز ہے اور ہماری غبّارے والی مثال میں جب معلق چیزیں غبّارے کے فرش سے ٹکراتی ہیں تو سائنس داں کے پاس یہ تصفیہ کرنے کا کوئی ذریعہ نہیں ہے کہ آیا فرش ساکن تھا اور اشیا حرکت کرتی ہوئی فرش پر آگریں یا اشیا ساکن تھیں اور خود فرش حرکت کرتا ہوا آکر ان سے ٹکرایا۔ کوئی سائنسی تجربہ ایسا نہیں ہے جس کی مدد سے وہ ان دونوں امکانوں میں فیصلہ کر سکے۔ پہلا امکان اس طرح واقع ہوسکتا ہے کہ غبّارے کے نیچے کوئی ستارہ آجائے جس کی تجاذبی قوت کے باعث اشیا فرش پر گرنے لگیں اور فرش خود ساکن رہے دوسرا امکان اس طرح پیدا ہوسکتا ہے کہ کوئی طاقت ورہستی غبّارے کو

اوپر سے پکڑ کر اُٹھا لے جائے۔ اس کا اثر یہ ہوگا کہ آزاد اشیا اپنے مقام پر قایم رہیں گی اور فرش اوپر اُٹھتے ہوئے ان اشیا سے ٹکرائے گا۔ سائنس داں کے لیے یہ قطعی ناممکن ہے کہ ستارے کی تجاذبی قوت یا طاقت ور ہستی کے لے اُڑنے میں امتیاز کر سکے۔ ان دونوں میں سے کوئی ایک مفروضہ اسی طرح صحیح ہے جیسے کہ دوسرا مفروضہ۔ نہیں کہا جا سکتا کہ غبارے کے نیچے کسی ستارے کا تجاذبی میدان پیدا ہو گیا ہے یا کوئی ہستی غبارے کو اوپر کی طرف کھینچ رہی ہے۔

قوت کی اضافیت کو ایک اور طرح سے بھی سمجھایا جا سکتا ہے۔ کوئی موٹر یا ریل گاڑی سیدھے راستے پر چلتے چلتے مُڑتی ہے تو مسافر ایک طرف گرنے لگتے ہیں۔ اس طرح گویا ایک قوت پیدا ہو جاتی ہے۔ اگر یہ گاڑی مسلسل ایک گول راستہ میں چلتی رہے تو اس گول راستے کے مرکز کی طرف ایک مستقل قوت پیدا ہو جائے گی جو نہ صرف مسافروں کو محسوس ہوگی بلکہ ہر طبعی تجربے میں بھی ظاہر ہوگی جو گاڑی میں کیا جائے۔ اسی طرح اگر ہم ایک ڈوری سے پتھر باندھ کر گھمائیں تو ہمارے ہاتھ پر ایک دباؤ محسوس ہوگا۔ یہ دباؤ اسی قسم کی ایک قوت ہے جو موٹر یا ریل گاڑی کے مُڑتے وقت محسوس ہوتی ہے۔

فرض کیجیے کہ ایک میدان میں شیر کا ایک بند پنجرا رکھا ہے اور اس کے چو طرف تماشائیوں کی ایک بڑی تعداد جمع ہے۔ دفعتًا پنجرا کھل جاتا ہے۔ فوراً تماشائی ہر طرف بھاگنے لگتے ہیں۔

اور پنجرے سے جس قدر ممکن ہو سکے دور ہونے کی کوشش کرتے ہیں۔ اب فرض کیجیے کہ ایک شخص دور بیٹھے ہوئے اس واقعے کو دیکھ رہا ہے۔ اسے شیر کا پنجرا یا شیر دکھائی نہیں دیتا۔ وہ صرف یہ دیکھتا ہے کہ بہت سے لوگ ایک میدان میں جمع تھے اور پھر یکایک اس طرح حرکت کرنے لگتے ہیں کہ ایک خاص مقام سے جہاں تک ہو سکے دور ہوجائیں۔ اس سے مشاہد یہ نتیجہ اخذ کرے گا کہ اس خاص مقام پر ایک قوت پیدا ہوگئی ہے جو تمام لوگوں کو اپنے سے دور ہٹاتی ہے۔

ان مختلف مثالوں پر غور کرنے کے بعد قوت کے اضافی ہونے کا تصوّر آسان ہوجاتا ہے اور زیادہ قرینِ قیاس معلوم ہونے لگتا ہے۔ آئن شٹائن نے قوت کی اضافیت کو اپنے عام نظریہ کا بنیادی اُصول قرار دیا اور کہا کہ "کسی تجربے کے ذریعے ایک مصنوعی قوت اور تجاذبی قوت میں امتیاز کرنا ممکن نہیں ہے"۔ اس اُصول کو (Principle of equivalence) "تعادُل کا اُصول" کہتے ہیں۔ مصنوعی قوت کی مختلف مثالیں ہم نے ریل گاڑی، لفٹ، غبّارہ اور شیر وغیرہ کے بیان میں دی ہیں۔

۳۔ عام اضافیت کا اُصول۔

تعادُل کے اُصول کو بعض وقت اس طرح بھی بیان کرتے ہیں کہ "جمودی کمیّت" اور "تجاذبی کمیت" ایک دوسرے کے مساوی ہیں۔ پہلے باب میں ہم نے ان اصطلاحوں کی تشریح کی ہے کہ

کسی جسم کی جمودی کمیّت اس جسم میں مادّے کی مقدار ہوتی ہے دوسرے لفظوں میں اس جسم کی وہ خاصیت جس کی بنا پر مختلف قوتیں لگانے سے اس جسم میں مختلف "اسراع" (رفتار کی تبدیلی کی شرح) پیدا ہوتے ہیں اس جسم کی جمودی کمیت ہے۔ تجاذبی کمیّت وہ کمیّت ہے جو کسی جسم کے وزن کو جاذبۂ ارض کے پیداکردہ اسراع "ج" سے تقسیم کرنے پر حاصل ہوتی ہے۔ نیوٹن کے نظریے میں یہ ایک حُسنِ اتفاق تھا کہ کمیّت اور وزن متناسب ہیں یعنی جمودی کمیّت اور تجاذبی کمیّت مساوی ہیں۔ لیکن آئن شٹائن نے اس کو بطور قانونِ قدرت کے مان لیا کہ ہماری طبیعی دُنیا میں جمودی اور تجاذبی کمیتوں کا برابر ہونا لازمی ہے۔ تعادُل کے اُصول کو قوت کے اضافی ہونے کی شکل میں یا جمودی اور تجاذبی کمیتوں کے برابر ہونے کی شکل میں سے کسی ایک شکل میں بیان کیا جاسکتا ہے۔ دونوں کا نتیجہ بہرحال ایک ہے اور ایک کی بنا پر دوسرے کو اخذ کیا جاسکتا ہے۔

یہ اُصول بطور مفروضہ کے مان لیا گیا ہے اس لیے اس کے ثبوت کا سوال پیدا نہیں ہوتا۔ ہر سائنس میں چند ابتدائی مسئلے ایسے ہوتے ہیں جنھیں بغیر ثبوت کے مان لینا پڑتا ہے ورنہ سائنس کی بُنیاد ہی نہیں پڑسکتی۔ یہ ابتدائی مفروضے یا تو بدیہی اور قرینِ قیاس ہوتے ہیں جیسے اُقلیدس کا یہ مفروضہ کہ دو مساوی طول کے خطوں میں سے ہر ایک میں ایک تیسرے خط کا اضافہ کیا جائے تو جو نئے خط حاصل ہوتے ہیں وہ بھی

مساوی ہوں گے۔ یا اگر یہ مفروضہ اس قدر بدیہی نہ ہو تو پھر یہ دیکھا جاتا ہے کہ اس مفروضہ پر جو نظریہ قایم کیا جاتا ہے اور اس نظریے سے جو مسئلے اخذ کیے جاتے ہیں ان کی تصدیق تجربوں سے ہونی چاہیے۔ تعادُل کا اُصول بھی اس قسم کا ایک مفروضہ ہے یعنی اگرچہ یہ اُصول بہت بدیہی نہیں ہے لیکن اس کی بنا پر ایسے نتیجے حاصل ہوتے ہیں جن کی تصدیق تجربوں اور مشاہدوں سے ہوتی ہے۔

مثلاً ایک نتیجہ یہ ہے کہ ایک ہی تجاذبی قوت کے میدان میں تمام جسموں کا اسراع ایک ہی ہونا چاہیے، خواہ یہ جسم بڑے ہوں یا چھوٹے۔ کیوں کہ اسراع کی مقدار صرف "مکاں۔ زماں" کے نظام پر منحصر ہوتی ہے اور ایک تجاذبی میدان میں کے تمام جسموں کے لیے یہ نظام ایک ہی ہوتا ہے۔ مثلاً اگر تجاذبی قوت زمین کی وجہ سے ہے تو زمین کی اس کشش کے اثر میں جتنے جسم ہوں گے وہ سب آزاد حالت میں ایک ہی اسراع (رفتار کی تبدیلی کی شرح) سے گریں گے۔ گلیلیو سے پہلے لوگوں کا خیال تھا کہ وزنی جسم تیزی سے گرتے ہیں اور ہلکے جسم سستی سے۔ لیکن گلیلیو نے پیسا (Pisa) کے ٹیڑھے مینار پر سے دو مختلف جسموں کو گرا کر ثابت کیا کہ بھاری اور ہلکے دونوں جسموں کو زمین تک پہنچنے میں ایک ہی وقت لگتا ہے۔ اس طرح تعادُل کے اُصول کی تصدیق ہوتی ہے۔ ان اُصول پر اضافیت کا جو عام نظریہ قایم ہے اس کے نتیجوں کی تجربوں سے جو دوسری تصدیقیں ہوئی ہیں ان کو ہم ساتویں باب میں بیان کریں گے

چھٹا باب

فضا کا پیچ و خم

۱۔ قوت کا تصوّر غیر ضروری ہے

گزشتہ بحث میں ہم نے دیکھا ہے کہ نظریۂ اضافیت کی تشکیل اور ترقی میں آئن سٹائن کی ایک اہم خدمت یہ بھی ہے کہ اس نے سائنس کو بہت سے غیر ضروری مفروضوں سے آزاد کر دیا ہے۔ یہ مفروضے ہمارے ابتدائی دور کی یادگار تھے یا غیر شعوری طور پر نہ صرف ہمارے ذہن میں بلکہ سائنس میں بھی جاگزیں تھے۔ انسانوں کے ذہن میں جو خیالات اور تصوّر صدیوں سے بسے چلے آئے ہیں ان کو دور کرنا آسان نہیں ہے۔ اس لیے بعض لوگوں کے لیے اب بھی مشکل ہے کہ ان نئے خیالات کو اپنے دماغ میں جگہ دیں۔ جدید سائنس کی اس حیرت انگیز ترقی میں آئن سٹائن کا یہ کارنامہ ناقابل انکار ہے کہ اس نے انسانی ذہن کو غیر ضروری اور بے کار مفروضوں کی قید و بند سے آزاد کیا۔ اضافیت کے نظریہ پر آپ اس حیثیت سے نظر ڈالیے تو آپ دیکھیں گے کہ یکے بعد دیگرے یہ بندشیں ٹوٹتی گئی ہیں۔ انسان کا شخصی جزو نکل گیا۔ مکاں اور زماں کا مطلق ہونا غیر ضروری سمجھ کر

چھوڑ دیا گیا۔ "ہم وقتی" کے مطلق طور پر کوئی معنی نہیں رہے۔ طول اور کمیّت وغیرہ کی اضافیت ان کا لازمی نتیجہ تھی۔ عام نظریہ میں آکر قوت بھی مطلق نہیں رہی بلکہ اضافی ہوگئی۔ یہ غیر ضروری مفروضے جوں جوں دُور ہوتے گئے اس قدر ہمارا علم زیادہ صحیح ہوتا گیا اور ہم سائنسی حقیقت سے درجہ بدرجہ قریب ہوتے گئے۔

اس منزل پر پہنچ کر آئن شٹائن نے دیکھا کہ نہ صرف قوت کے مطلق ہونے کو ماننا غیر ضروری ہے بلکہ سرے سے قوت کے وجود کا تصور ہی بے کار ہے اور حقیقت تک ہماری رسائی میں رُکاوٹ پیدا کرتا ہے۔ قوت کوئی خارجی شے نہیں ہے جو "مکاں۔ زماں" سے علیحدہ ہے بلکہ خود اسی "مکاں۔ زماں" کی ایک حالت ہے جو ہم کو قوت کے طور پر محسوس ہوتی ہے۔ جتنے تجربے اور مشاہدے ہیں "مکاں۔ زماں" کی حالتوں کے لحاظ سے ہم ان کی توجیہ کر سکتے ہیں۔ قوت کا مفہوم داخل کرنے سے محض پیچیدگیاں پیدا ہوتی ہیں۔ مثلاً ایک دریا کا پانی پہاڑ سے نکل کر وادی میں بہتے ہوئے سمندر میں گرتا ہے۔ ایک رنگین مزاج انسان اس واقعہ کی توجیہ اس طرح کر سکتا ہے کہ دریا کو سمندر سے عشق ہے اور اس عشق کی قوت پانی کو مجبور کرتی ہے کہ وہ بہ کر سمندر میں جا گرے۔ ایک سائنس داں کہے گا کہ عشق کی قوت کا مفہوم داخل کرنا غیر ضروری ہے۔ دریا کا پانی اس لیے نہیں بہتا ہے کہ سمندر اس کو کھینچتا ہے بلکہ اس لیے بہتا ہے کہ اس

مقام پر زمین کی نوعیت ہی اس طرح کی ہے اور یہ اس کے لیے آسان ترین راستہ ہے۔

۲۔ آسان ترین راستہ۔

اسی طرح کسی جسم کی حرکت کے متعلق یہ کہنا کہ یہ حرکت ایک قوت کی وجہ سے ہوتی ہے غیر ضروری پیچیدگی پیدا کرنا ہے بلکہ یوں سمجھنا چاہیے کہ جسم جہاں واقع ہے اس کے ارد گرد "مکاں۔زماں" کی حالت ہی کچھ ایسی ہے کہ جسم کا آسان ترین راستہ وہی ہے جو نظر آتا ہے۔ کسی پہاڑ کی چوٹی پر جانا ہو تو ہم یہ نہیں کرتے کہ دامن سے پہاڑ کی چوٹی تک ایک سیدھے خط میں چڑھتے چلے جائیں۔ ظاہر ہے کہ اس سیدھے خط میں پہاڑ کا ڈھال بہت زیادہ ہے اس لیے سیدھا چڑھنا محال نہیں تو دشوار ضرور ہے۔ اس واسطے ہم پہاڑ پر ایسے چکر کاٹنا شروع کرتے ہیں کہ مناسب ڈھال سے سابقہ پڑے اور اس راستے پر چلنا آسان ترین ہو کیا اس صورت میں ہم یہ کہیں گے کہ پہاڑ کی چوٹی سے ایک قوت نکلتی ہے جو ہم کو چکر کاٹنے پر مجبور کرتی ہے۔ ہم تو پہاڑ کی سطح پر صرف اپنا آسان ترین راستہ اختیار کر رہے ہیں۔ پہاڑ کی چوٹی سے نکلنے والی قوت کا کوئی ذکر ہی نہیں اور نہ اس کی کوئی ضرورت ہے۔ یہی حال دوسری حرکتوں کا ہے۔ زمین سورج کے گرد چکر لگا رہی ہے۔ اب اس کی کیا ضرورت ہے کہ زمین اور سورج کے درمیان تجاذب کی قوت فرض کی جائے جو زمین کو گھما رہی ہے یہ کیوں نہ کہا جائے کہ سورج کے اطراف "مکاں۔

زماں" ایک خاص حالت میں ہو اور اس "مکاں۔زماں" میں زمین اپنے آسان ترین راستے پر چل رہی ہے۔ قوت تجاذب کا کوئی وجود ہی نہیں۔ پس عام اضافیت کے اصولوں پر آئن سٹائن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ہم جس کو قوت کہتے ہیں وہ صرف "مکاں۔زماں" کی ایک خاصیت ہے کوئی خارجی چیز نہیں۔ کائنات کی ہر چیز اپنے گردو پیش کے "مکاں۔زماں" میں آسان ترین راستہ اختیار کرتی ہے۔ تمام جسموں کی حرکتیں وغیرہ اس نتیجے کی بنا پر حاصل کی جا سکتی ہیں۔

نیوٹن کو قوت کے ایک مستقل اور خارجی چیز ہونے کا جو مفروضہ اختیار کرنا پڑا اس کے دو سبب تھے۔ ایک تو یہی مکاں اور زماں کو مطلق اور ایک دوسرے سے علیحدہ سمجھنا اور دوسرے یہ یقین کرنا کہ مکاں اس قسم کا ہے جس کو اقلیدس نے اپنے ہندسے میں بیان کیا ہے۔ مکاں یعنی فضا کی نوعیت کو واضح کرنے کے لیے ہم علم ہندسہ کے بنیادی اصول کی مختصر تشریح کریں گے۔

۳۔ نااقلیدسی ہندسہ:۔

اقلیدس کے علم ہندسہ کی ابتدا میں چند بنیادی مفہوم نقطہ، خط، سطح وغیرہ کے متعلق دیے ہوتے ہیں۔ جن کی "تعریف" کی گئی ہے یا زیادہ صحیح طور پر یوں کہنا چاہیے کہ جن کی تعریف کرنے کی ناکام کوشش کی گئی ہے۔ کیوں کہ یہ نام نہاد تعریف جن لفظوں میں کی گئی ہے ان کا مفہوم اصل لفظ کے مفہوم سے زیادہ پیچیدہ

یا زیادہ مشکل ہے۔ اس کے بعد چند مسئلے دیے گئے ہیں جن کو بغیر ثبوت کے مان لیا گیا ہے۔ ان کو "بنیادی مفروضے" کہتے ہیں۔ ان مفروضوں کو بغیر ثبوت کے مان لینے کی ایک وجہ یہ ہے کہ ان کو کافی بدیہی سمجھ لیا گیا۔ اور دوسری وجہ یہ ہے کہ بغیر ایسے چند مفروضوں کے کسی سائنس کا وجود ہی ناممکن ہو جاتا ہے۔ ان ہی مفروضوں میں اقلیدس کا ایک مفروضہ متوازی خطوں سے متعلق ہے یعنی ایسے خطوں سے متعلق ہے جو ایک ہی سطح مستوی (چپٹی سطح) میں واقع ہوتے ہیں لیکن ایک دوسرے کو کہیں قطع نہیں کرتے۔ اقلیدس کا یہ متوازی مفروضہ اس قدر بدیہی نہیں ہے جس قدر اس کے دوسرے مفروضے ہیں۔ اس لیے اقلیدس کے بعد سے یعنی تیسری صدی قبل مسیح سے ۱۹ ویں صدی عیسوی تک ہر زمانے میں اکثر ریاضی دانوں کی یہ کوشش رہی کہ اس متوازی مفروضہ کو ثابت کیا جائے یعنی اس کو باقی مفروضوں اور مسئلوں کی بنا پر اخذ کیا جائے۔ لیکن یہ تمام کوششیں ناکام رہیں۔ متوازی مفروضہ کو نہ تو کسی طرح ثابت کیا جا سکتا ہے اور نہ اس کو چھوڑ دیا جا سکتا ہے کیوں کہ اقلیدس کے علم ہندسہ کا بہت بڑا حصہ اسی مفروضے پر منحصر ہے۔ مثلاً یہ مشہور مسئلہ کہ تینوں زاویوں کا مجموعہ دو قائمہ زاویوں کے برابر ہوتا ہے یا فیثاغورث کا مسئلہ اسی متوازی مفروضہ پر مبنی ہے۔ اس مفروضے کو بالکل خارج کر دیا جائے تو یہ سب مسئلے بھی غائب ہو جاتے ہیں۔ اب سے ایک سو برس پہلے تک ریاضی دانوں کو یقین تھا کہ دُنیا میں صرف ایک ہی علم ہندسہ

ہوسکتا ہے اور یہ اقلیدس کا ہندسہ ہے جو متوازی مفروضہ پر مبنی ہے۔ مکان یعنی وہ فضا جس میں اجسام حرکت کرتے ہیں اقلیدسی ہے۔ ان ریاضی دانوں کو اقلیدسی ہندسے کے علاوہ کسی دوسرے ہندسے کا تصور بھی نہیں تھا۔ ۱۹ ویں صدی کی ابتدا میں گاؤس (Gauss) نے جو ریاضیات کی تاریخ میں سب سے بڑا ریاضی داں گزرا ہے دریافت کیا کہ اقلیدس کے علاوہ ہندسہ کے علاوہ اور دوسرے علوم ہندسہ بھی ہوسکتے ہیں جو منطقی حیثیت سے اتنے ہی صحیح ہیں جس قدر کہ اقلیدسی ہندسہ۔ ان کو "لااقلیدسی ہندسہ" کہتے ہیں اور ان میں اقلیدس کے متوازی مفروضے کی بجائے متضاد مضمون کا ایک مفروضہ درج کیا جاتا ہے۔ لااقلیدسی ہندسے میں اقلیدس کے بہت سے مسئلے صحیح نہیں رہتے۔ مثلاً یہ صحیح نہیں کہ مثلث کے تین زاویوں کا مجموعہ دو قائمہ زاویوں کے برابر ہے۔ لااقلیدسی ہندسے کی مختلف قسمیں ہیں جن میں سے ایک قسم کو لوباچیوسکی Lobatschewski نے اور دوسری کو ریمان (Riemann) نے تشکیل دیا۔ اس طرح نظری اور ریاضیاتی طور پر بہت سے علوم ہندسہ پیدا ہوگئے۔ لیکن ۱۹۱۵ء تک سائنس دانوں اور عوام سب کا یہی عقیدہ تھا کہ مکان یعنی طبیعی فضا کا ہندسہ اقلیدسی ہے۔ باقی تمام ہندسے صرف نظری امکانات ہیں جن کا حقیقی دنیا میں کوئی اطلاق نہیں۔

۴۔ عام اضافیت کا ہندسہ نااقلیدسی ہے یعنی فضا ٹیڑھی ہے۔

لیکن ۱۹۱۵ء میں آئن سٹائن نے جب عام نظریے کو تشکیل دینا چاہا تو اس کو معلوم ہوا کہ "مکاں - زماں" کی اقلیدسی خاصیت کو برقرار رکھنا ممکن نہیں ہے۔ اول تو یہ یاد رکھنا چاہیے کہ "مکاں زماں" کے چار بُعد ہیں اور اضافیت کے محدود نظریے میں جو "مکاں - زماں" استعمال کیا گیا ہے وہ اقلیدسی ہے۔ ہم کہہ چکے ہیں کہ فیثا غورث کا مسئلہ صرف اقلیدسی علم ہندسے کے لیے صحیح ہے، نا اقلیدسی علم ہندسے کے لیے صحیح نہیں۔ اس کے علاوہ تیسرے باب کے آخر میں بتایا جا چکا ہے کہ دو نقطوں کے درمیانی فاصلے یا دو واقعات کے درمیانی وقفہ کے لیے فیثا غورث کے مسئلے کی مدد سے ایک ضابطہ حاصل ہوتا ہے جس سے اس فضا یا "مکاں زماں" کی تمام خاصیتیں حاصل کی جا سکتی ہیں "مکاں - زماں" کے لیے اختصار کی خاطر ہم آیندہ فضا کا لفظ استعمال کریں گے ہم کو معلوم ہے کہ فضا چار بُعدی ہے اور اس میں مکاں اور زماں گھلے ملے ہیں۔ علم ریاضی کا یہ ایک مشہور مسئلہ ہے کہ کسی فضا کی تمام خاصیتیں اس ضابطے میں مضمر ہوتی ہیں جو وقفے کے لیے حاصل ہوتا ہے۔ محض اس ضابطے کو دیکھ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ فضا اقلیدسی ہے یا نااقلیدسی ہے۔ مثلاً محدود اضافیت کے نظریے میں وقفے کے لیے حسب ذیل ضابطہ ہے:۔

$$س^2 = ر^2 ت^2 - (ل^2 + م^2 + ی^2) \quad ------- (۱)$$

یہ ضابطہ اگرچہ بالکل فیثاغورث کی شکل کا نہیں ہے کیوں کہ اس میں

نفی کی علامت بھی شامل ہے لیکن ذراسی تبدیلی سے اس کو فیثاغورث
کے ضابطے کی شکل میں لایا جاسکتا ہے۔ اس ضابطے میں س وقفے کو
تعبیر کرتا ہے۔ لا ، ما ، ی ، ت وہ عدد ہیں جن سے ایک واقعہ معیّن
ہوجاتا ہے۔

ضابطہ (۱) میں عددوں لا ، ما وغیرہ کے صرف مربع شامل ہیں۔
دو عددوں کا حاصل ضرب یعنی لا ما جیسی رقمیں شامل نہیں ہیں۔ اس
کے علاوہ لا ، ما وغیرہ کے مربّعوں کے ساتھ کوئی دوسرے اجزائے
ضربی بھی نہیں ہیں۔ صرف اقلیدسی ہندسے میں ہی وقفے کے لیے
ایسا ضابطہ مل سکتا ہے کہ اس میں لا ، ما وغیرہ کے صرف مربع شامل
ہوں اور ان کے ساتھ کوئی اجزائے ضربی بھی نہ ہوں۔ مثلاً ایک چپٹی
سطح میں دو نقطوں کے درمیانی فاصلہ س کے لیے ذیل کا جملہ
ملتا ہے:

$$\text{س}^2 = \text{لا}^2 + \text{ما}^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (۲)$$

اگر ایک کُرہ (جیسے زمین) کی سطح پر دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ
معلوم کریں تو اس کے لیے کچھ اس قسم کا ضابطہ ملے گا۔

$$\text{س}^2 = \text{ف لا}^2 + \text{ق لا ما} + \text{ر ما}^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (۳)$$

اس میں ف ، ق ، ر اجزائے ضربی ہیں جن کی قیمت کُرے کے
مختلف نقطوں پر بدلتی جاتی ہے۔ ضابطہ (۲) کو محض دیکھنے ہی سے
ریاضی داں کہہ سکتے ہیں کہ ایک چپٹی سطح کا ہندسہ اقلیدسی ہے اور
ضابطہ (۳) کو دیکھ کر حکم لگایا جاسکتا ہے کہ کُرے کی سطح یعنی مُڑی
ہوئی سطح کا ہندسہ نااقلیدسی ہے۔ جس فضا کے لیے ضابطہ (۱) یا

ضابطہ (۲) کی قسم کا ضابطہ صحیح ہو اس کو اقلیدسی یا "چپٹی" فضا کہتے ہیں اور جس فضا کے لیے ضابطہ (۳) کی قسم کا ضابطہ صحیح ہو اس کو نا اقلیدسی یا "مڑی ہوئی" (خمیدہ) فضا کہتے ہیں۔ ہم دیکھتے ہیں کہ عام نظریۂ اضافیت کو تشکیل دینے کے لیے اقلیدسی ہندسے کی بجائے نااقلیدسی ہندسہ استعمال کرنا پڑتا ہے اس لیے کہا جاتا ہے کہ فضا یعنی "مکان۔ زماں" مڑی ہوئی ہے۔ اس کے یہ معنی نہیں کہ آپ فضا کو درحقیقت ایک گولے کی طرح مڑا ہوا تصور کریں۔ اس کے معنی صرف اسی قدر ہیں کہ وہ فضا جس میں واقعات رونما ہوتے ہیں ایسی ہے کہ اس کے لیے اقلیدس کی بجائے ریمان کے بنائے ہوئے علم ہندسہ کو استعمال کرنا پڑتا ہے۔ مڑی ہوئی فضا اس طویل جملے کا ایک مختصر نام ہے اور بس۔ یہ نام اس مناسبت سے استعمال کیا گیا ہے کہ اس فضا میں وقفے کے لیے ضابطہ اسی قسم کا ہے جیسے کہ ایک گولے کی سطح پر فاصلے کے لیے ضابطہ (۳)۔ چونکہ گولے کی سطح ایک مڑی ہوئی (دو بُعدی) فضا ہے اس لیے ہم کہتے ہیں کہ عام نظریۂ اضافیت کی فضا ایک مڑی ہوئی (چار بُعدی) فضا ہے۔ اس کے برخلاف اضافیت کے محدود نظریے کی فضا چپٹی ہے کیوں کہ اس فضا میں وقفے کے لیے اسی قسم کا ضابطہ (۱) حاصل ہوتا ہے جو ایک چپٹی سطح کے لیے معلوم ہے۔ اضافیت کا یہ محدود نظریہ عام نظریے کی ایک خاص شکل ہے۔ یہ خاص شکل صرف اس وقت استعمال کی جاسکتی ہے جب کہ فضا کا ایک بہت چھوٹا حصّہ زیرِ بحث ہو یا فضا کے جس حصّے سے بحث ہورہی ہو وہ مادّے سے بہت دُور ہو۔ اس کا

مطلب یہ ہی کہ فضا کے ایک چھوٹے حصّے کے لیے یا ایک ایسے حصّے کے لیے جو مادّے سے خالی ہو ہم چپٹی فضا کو استعمال کر سکتے ہیں۔ لیکن جب کبھی مادّے کے قریب کی فضا سے یا فضا کے ایک بڑے حصّے سے بحث ہو تو پھر عام نظریۂ اضافیت یعنی مُڑی ہوئی فضا کو استعمال کرنا چاہیے۔

۵۔ قوت فضا کی خاصیت ہی۔

اس تشریح کے بعد اب آئن شٹائن کا یہ نتیجہ سمجھ میں آجائے گا کہ قوت کا کوئی خارجی وجود نہیں۔ جہاں مادّہ موجود ہو اس کے ارد گرد کی فضا "مُڑ جاتی" ہی یعنی نا اقلیدسی خاصیت اختیار کر لیتی اور اس مُڑی ہوئی فضا میں جسم اپنے لیے آسان ترین راستے اختیار کر لیتے ہیں۔ نیوٹن کو ایک خارجی قوت کا مفہوم اس لیے داخل کرنا پڑا کہ اس کے نزدیک فضا اقلیدسی یعنی چپٹی ہی۔ اس چپٹی فضا میں آسان ترین راستہ سیدھا خط ہی۔ جب متحرک جسم اس سیدھے خط سے ہٹ جاتے ہیں تو ضرور ان پر کسی "قوت" کو عمل کرنا چاہیے۔ لیکن مُڑی ہوئی فضا میں آسان ترین راستہ وہی ہی جس کو متحرّک جسم اختیار کرتے ہیں اس لیے کسی خارجی قوت کے مفہوم کو داخل کرنے کی ضرورت ہی نہیں پڑتی۔

۶۔ آئن شٹائن کا قانونِ تجاذب۔

ہم دیکھ چکے ہیں کہ جہاں مادّہ ہو اس کے گرد و پیش کی فضا مُڑ جاتی ہی یعنی اس فضا کا ہندسہ نا اقلیدسی ہو جاتا ہی۔ اس نا اقلیدسی ہندسے میں وقفے کے لیے جو ضابطہ حاصل ہوتا ہی وہ

(۳) کی شکل کا ہے جس میں چند اجزائے ضربی ف، ق، ر وغیرہ کی طرح ہوتے ہیں جو فضا کے مختلف مقاموں پر بدلتے جاتے ہیں۔ چوں کہ کسی فضا کی ساری خاصیتیں وقفے کے لیے اس ضابطے میں مضمر ہوتی ہیں یعنی اس ضابطے سے اخذ کی جاسکتی ہیں اس لیے عام اضافیت کا سب سے اہم سوال یہی ہے کہ ان اجزائے ضربی کو معلوم کیا جائے۔ چار بُعدوں کی فضا میں ایسے دس اجزائے ضربی ہوتے ہیں اور ابتدائی ریاضی سے قارئین جانتے ہوں گے کہ جتنی تعداد میں نامعلوم مقداریں ہوں اتنی ہی تعداد مساواتوں کی ہونی چاہیے تاکہ یہ مقداریں معلوم ہوسکیں۔ اس طرح سے ان دس اجزائے ضربی کو معلوم کرنے کے لیے دس مساواتیں ہونی چاہییں۔ ان مساواتوں کی مدد سے ہم کو وقفے کے لیے مکمل ضابطہ مل جاتا ہے اور پھر اس ضابطے کی مدد سے ہم حرکت کے مسئلے حل کرسکتے ہیں۔ یہ دس مساواتیں وہی کام دیتی ہیں جو قدیم نظریے میں نیوٹن کے "قانونِ تجاذب" سے لیا جاتا تھا۔ اسی مماثلت کی بنا پر ان دس مساواتوں کو آئن سٹائن کے قانونِ تجاذب" کے نام سے یاد کیا جاتا ہے۔ حالانکہ آئن سٹائن نے سرے سے تجاذب کی قوت ہی کو خارج کر دیا ہے اس سے مطلب آئن سٹائن کا وہ قانون ہے جس کی مدد سے وہ دس اجزائے ضربی معلوم کیے جاتے ہیں جو وقفے کے ضابطے میں شامل ہوتے ہیں۔ اس توضیح کو یاد رکھیں تو قارئین کو آئن سٹائن کے قانونِ تجاذب کے متعلق غلط فہمی نہیں ہوگی۔

آئن سٹائن کا ایک بہت بڑا کارنامہ نئے "قانونِ تجاذب"

کا یعنی ان دس مساواتوں کا انکشاف ہے جن کی مدد سے دس اجزائے ضربی حاصل کیے جاتے ہیں۔ گزشتہ باب کی ابتدا میں بتایا جا چکا ہے کہ "ہم۔تغیر" کے اصول کے مطابق تمام قانون ایسے ضابطوں میں بیان کرنے چاہییں جن کی شکل مختلف مشاہدین کے لیے ایک ہی ہو۔ نیوٹن نے اپنے قانونِ تجاذب کے لیے جو ضابطہ دیا ہے وہ اس شرط کو پورا نہیں کرتا۔ گویا نیوٹن کے نزدیک تجاذب کا قانون قدرتاً مشاہد کی حالت پر منحصر ہے۔ اگر میں ایک طرح حرکت کر رہا ہوں اور آپ کسی دوسری طرح حرکت کر رہے ہیں تو ہم دونوں کے لیے قانونِ تجاذب مختلف ہیں۔ اس طرح یہ قانونِ تجاذب تجربوں سے غلط ثابت ہونے کے علاوہ خود فلسفیانہ حیثیت سے بھی غیر تشفی بخش ہے۔ لیکن آئن سٹائن کا قانونِ تجاذب "ہم۔تغیر" کے اصول کو پورا کرتا ہے یعنی اس قانون کے لیے آئن سٹائن نے جو ضابطہ پیش کیا ہے اس کی شکل تمام مشاہدین کے لیے ایک ہی ہے۔ فلسفیانہ حیثیت سے پوری طرح تشفی بخش ہونے کے علاوہ تجربوں سے بھی یہ نیا قانون نیوٹن کے قانون کی بہ نسبت زیادہ صحیح ثابت ہوا ہے۔

ساتواں باب

عام اضافیت کی تصدیق تجربوں سے

۱۔ سائنسی نظریے کی ماہیت۔

ہم چوتھے باب میں بیان کر چکے ہیں کہ دُنیا کے معمولی کاروبار میں نیوٹن کا نظریہ اب بھی استعمال ہوتا ہے اور ہونا چاہیے۔ کسی شخص کو ریاضی میں اس قدر مہارت ہو اور اپنی عمر اس میں صرف کرنے کے لیے تیار ہو تو انجنیری کے روزمرّہ مسئلوں اور چاندگرہن یا سورج گرہن کے حساب لگانے کے لیے وہ نیوٹن کے نظریہ کی بجائے آئن شٹائن کا نظریہ استعمال کرسکتا ہے لیکن ہم کو اندیشہ کیا بلکہ یقین ہے کہ اس تمام پہاڑ کھودنے کے بعد اس کے ہاتھ صرف ایک تنکا لگے گا۔ ان مسئلوں میں نیوٹن اور آئن شٹائن کے نتیجوں کا فرق اس قدر خفیف ہے کہ موجودہ آلوں کی مدد سے نہیں ناپا جاسکتا اور شاید آیندہ ایک بڑی مدت تک نہیں ناپا جا سکے گا۔ ان واقعات کے لیے نیوٹن کا نظریہ ہی کافی ہے۔ اب یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ نیوٹن کا قانون آئن شٹائن کے قانون کی ایک خاص شکل ہے اور جس پیمانے پر نیوٹن کا قانون کافی ثابت ہوتا ہے اُس پیمانے کا لحاظ رکھیں تو خود آئن شٹائن کے قانون سے نیوٹن کا قانون

اخذ کیا جا سکتا ہے لیکن ان تمام واقعات کے لیے جن پر نیوٹن کا قانون استعمال کیا جا سکتا ہے آئن شٹائن کا قانون بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ سائنسی نظریے کی یہ بھی ایک خاصیت ہے کہ پرانے نظریے جو ایک حد تک صحیح ثابت ہو چکے ہیں نئے نظریہ کی خاص (انتہائی) شکل ہونے چاہییں۔ جن واقعات کی پرانے نظریے توجیہ کر سکتے تھے نئے نظریہ سے بھی ان واقعات کی توجیہ ہونی چاہیے۔ اس سے آگے بڑھ کر چند واقعات ایسے بھی ہونے چاہییں جن کی توجیہ پرانے نظریوں سے نہیں ہوتی مگر نئے نظریہ سے ہو جاتی ہے۔ اب ہم اس دوسری قسم کے واقعات بیان کریں گے جن کی توجیہ سے نیوٹن کا نظریہ قاصر ہے لیکن آئن شٹائن کا نظریہ بخوبی ان کی توجیہ کرتا ہے۔

۲۔ عطارد کا راستہ۔

اس ضمن میں سب سے پہلے ہم سیارہ عطارد کے مدار (راستہ) پر غور کرتے ہیں۔ دوسرے باب میں ہم نے اس کی تفصیل دی ہے اور بیان کیا ہے کہ عطارد جس بیضوی راستے پر سورج کے گرد چکر لگاتا ہے یہ راستہ خود ثابت نہیں ہے بلکہ آہستہ آہستہ بدلتا جا رہا ہے۔ مشاہدے سے اس تبدیلی کی جو شرح معلوم ہوتی ہے وہ نیوٹن کے قانون کی بموجب حساب لگائی ہوئی شرح سے زیادہ ہے۔ ان دونوں میں فرق تقریباً ۴۳ ثانیے ہے لیکن موجودہ زمانے میں یہ بظاہر چھوٹا فرق بھی بہت زیادہ سمجھا جاتا ہے اور اس کو نظر انداز نہیں کیا جا سکتا۔ آئن شٹائن نے اپنا نیا قانونِ تجاذب پیش کرنے کے بعد عطارد کے مسئلے کو اس نئے قانون کی بنا پر دوبارہ حل کیا اور ثابت

کیا کہ اس نئے قانون کی بنا پر عطارد کے راستے کی تبدیلی کی شرح اسی قدر حاصل ہوتی ہے جتنی مشاہدے میں معلوم ہوتی ہے۔ آئن سٹائن کے نئے قانونِ تجاذب کی یہ پہلی فتح تھی جس نے عام نظریۂ اضافیت کی طرف لوگوں کی توجہ منعطف کی۔

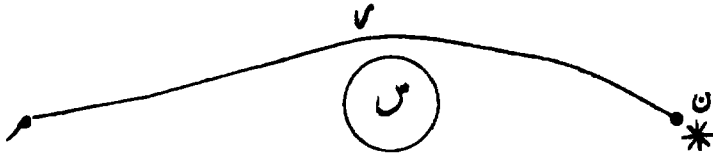
۴۔ روشنی کا وزن۔

عام اضافیت کی دوسری تصدیق ایسے حالات میں ہوئی جن سے تعلیم یافتہ دُنیا میں ایک سنسنی پھیل گئی۔ اپنے نظریہ کی بنا پر آئن سٹائن نے ۱۹۱۶ء میں یہ پیشین گوئی کی کہ تجاذبی میدان کا اثر نہ صرف مادّی ذرّوں پر بلکہ نور (روشنی) کی شعاعوں پر بھی ہوتا ہے۔ فرض کیجیے کہ ایک مادّی جسم ا خالی فضا میں سیدھے خط میں حرکت کر رہا ہے۔ اب اگر وہ ایک بڑے بھاری مادّی جسم ب کے قریب آئے تو لازمی ہے کہ اپنے سیدھے راستے سے کسی قدر مُڑ جائے۔ لیکن اگر ا مادّی جسم نہیں بلکہ روشنی کی ایک شعاع ہے تو عام طور پر لوگوں کا یہ خیال ہے کہ چاہے وہ بھاری مادی جسم ب کے قریب آئے یا نہ آئے شعاع ہمیشہ اپنے سیدھے راستے میں جائے گی۔ اس راستے سے کبھی نہیں مُڑ سکتی۔ اسی بنا پر قدیم نظریے میں ایک عام قانون بنا لیا گیا کہ روشنی ہمیشہ سیدھی آگے بڑھتی ہے اور اس قانون کی تصدیق اس واقعے سے کی گئی کہ ہم دیوار کے پیچھے کی چیزوں کو نہیں دیکھ سکتے۔

آئن سٹائن نے اس کی مخالفت کی۔ اس نے کہا کہ بے شک روشنی کی شعاع سیدھے خط میں جاتی ہے لیکن صرف اسی وقت

جبکہ فضا میں کوئی مادّہ نہ ہو۔ لیکن اگر یہی شعاع کسی مادّی جسم کے قریب سے گزرے تو اپنے سیدھے راستے سے مُڑ جائے گی اگرچہ یہ اثر بہت چھوٹا ہوگا۔ ظاہر ہے کہ ایک ایسے نتیجے کو جو صدیوں سے مانے ہوئے عقیدے کے خلاف ہو بغیر تجربی ثبوت کے مان لینے کے لیے سائنس داں تیار نہیں تھے۔ لیکن یہ تجربہ اور مشاہدہ انتہائی دقت طلب ہے۔ شعاع کے مُڑ جانے کا اثر چونکہ بہت خفیف ہوتا ہے اس لیے معمولی جسموں کے قریب سے شعاع گزرے تو اس اثر کو ناپنا ممکن نہیں ہے۔ اس لیے ضرورت ہے کہ شعاع ایک بہت زیادہ طاقتور تجاذبی میدان میں سے گزرے جو ایک بڑے بھاری جسم کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ ایسا جسم سورج ہے جو زمین کی نسبت کئی لاکھ گنا زیادہ بھاری ہے۔ پس تجربہ اس شعاع پر کرنا چاہیے جو سورج کے قریب سے گزرے۔ دن کے وقت یہ تجربہ ناممکن ہے کیوں کہ سورج کی چمک میں زیرِ تجربہ شعاع دکھائی نہیں دے گی۔ رات کے وقت سورج مشاہد کے حصّہ آسمان پر ہوتا ہی نہیں جو شعاع اس کے قریب سے گزر سکے۔ اس لیے بہترین وقت وہ ہے جب کہ سورج کو گرہن لگے۔ پھر سورج گرہن ایسے وقت ہونا چاہیے جب کہ سورج کے قریب چند بڑے ستارے ہوں جن کا مقابلہ کیا جا سکے۔ ہیئت دانوں کو معلوم ہے کہ تمام سال بھر میں صرف ایک ہی تاریخ یعنی ۲۹ مئی کی تاریخ ایسی ہے کہ سورج کے قریب بڑے ستارے ہوتے ہیں اور یہ تجربہ صرف اسی صورت میں ہو سکتا ہے کہ ۲۹ مئی کو پورا سورج گرہن لگے۔ خوش قسمتی سے ۱۹۱۹ء میں ۲۹ مئی کو پورا سورج گرہن

ہونے والا تھا۔ جنگِ عظیم ۱۱ر نومبر ۱۹۱۸ء کو ختم ہو چکی تھی کیمبرج کے مشہور پروفیسر سر آرتھر ایڈنگٹن نے اس تجربے کی اہمیت کو محسوس کیا اور حکومت انگلستان کو اس پر راضی کیا کہ دو قافلے روانہ کرے جو اس سورج گرہن کا مشاہدہ کریں۔ ایک قافلہ جس میں خود پروفیسر ایڈنگٹن شریک تھے افریقہ کے ساحل پر مقام پرنسپ (Principe) کو گیا اور دوسرا قافلہ مقام سبرال (Sobral) کو گیا جو ملک برازیل (Brazil) میں واقع ہے ان مقاموں سے پورا سورج گرہن دکھائی دینے والا تھا۔ تمام سائنس داں اس تجربے کے نتیجے کا سخت انتظار کر رہے تھے کیونکہ اسی پر اس فیصلے کا دار و مدار تھا کہ آئن شٹائن کے نظریہ میں کچھ صداقت ہے یا نہیں۔ سائنس کی تاریخ میں یہ تجربہ اہم ترین تجربوں میں شمار کیا جاتا ہے۔

۲۹ مئی ۱۹۱۹ء کو سورج گرہن کے وقت دونوں مقاموں پر عکسی تختیوں پر کئی فوٹو لیے گئے اور پھر انگلستان واپس آکر ان کو دھویا گیا تاکہ ان کی مدد سے حساب لگایا جا سکے۔ اس کام میں کئی مہینے لگ گئے کیوں کہ تجربہ بہت نازک تھا اور حاصل شدہ مقداریں بہت خفیف۔ یہ بات تو نسبتاً جلد معلوم ہو گئی کہ سورج کے قریب سے گزرنے پر روشنی کی شعاع مڑ جاتی ہے۔ ایک ستارہ گرہن کے وقت سورج کے پیچھے مقام ن پر تھا اور چوں کہ سورج س اس ستارے کے اور مشاہدہ م (یعنی عکسی تختی) کے بیچ میں حائل ہے اس لیے اگر شعاع سیدھے راستے پر جاتی تو ستارہ ن

مشاہدہ کو کبھی نہیں دکھائی دیتا یعنی فوٹو کی تختی پر اس کا عکس نہیں پڑتا۔ لیکن جو فوٹو اس گرہن کے وقت دونوں مقاموں پر لیے گئے ان میں یہ ستارہ دکھائی دے رہا تھا۔ اس سے معلوم ہوا کہ ستارہ ن سے شعاع نکل کر ٹیڑھے راستے ن ر م سے ہوتی ہوئی م تک پہنچتی ہے یعنی سورج کے قریب سے گزرتے وقت مُڑجاتی ہے۔ ایڈنگٹن وغیرہ کو دیر اس بات کے معلوم کرنے میں لگی کہ شعاع کس قدر زاویہ میں سے مُڑجاتی ہے۔ آخر معلوم ہوا کہ یہ زاویہ تقریباً پونے دو ثانیے (سکنڈ) ہے یعنی وہی مقدار جس کی پیشین گوئی آئن سٹائن نے اپنے نظریہ کی بنا پر حساب لگا کر کی تھی۔ ریاضی دانوں نے یہ بھی بتایا کہ اگرچہ نیوٹن کے نظریہ سے بھی شعاع کے مُڑجانے کی توجیہ کی جاسکتی ہے لیکن نیوٹن کے نظریہ سے شعاع کے مُڑجانے کی جو مقدار حاصل ہوتی ہے وہ اصل مقدار کا جو تجربے سے معلوم ہوتی ہے نصف ہے۔ آئن سٹائن کے نظریہ سے یہ مقدار پوری پوری حاصل ہوتی ہے۔

یہ تصدیق گویا نظریۂ اضافیت اور خود آئن سٹائن کے لیے شہرت کا باعث تھی۔ چو طرف سے اس نظریے پر اور اس کے موجد کے متعلق مضمونوں کی بھرمار ہونے لگی۔ نام نہاد عام فہم

مضمونوں اور اخباری بیانوں میں سنسنی خیز عنوان دیے جانے لگے ایک من چلے اخبار نویس نے تو یہ تک لکھ مارا :-

"آئن سٹائن دیوار کے پیچھے دیکھ سکتا ہے"!!

یہ مقولہ بالکل صحیح ہے کہ انسان کو اپنے دشمنوں سے اتنا نقصان نہیں پہنچتا جتنا کہ نادان دوستوں سے۔ ان اخبار نویسوں اور بزعم خود عام فہم مضمون لکھنے والوں نے نظریۂ اضافیت کو اس قدر مہمل بنا دیا کہ پڑھے لکھے لوگوں کو اس نظریہ سے بدظنی ہو گئی۔ اس میں شک نہیں کہ مادی چیز کے قریب سے گزرتے وقت روشنی کی شعاع اپنے سیدھے راستے سے مڑ جاتی ہے لیکن ہم نے دیکھا ہے کہ سورج جیسے بھاری جسم کے قریب سے گزرنے پر بھی یہ موڑ اس قدر خفیف ہوتا ہے کہ فوٹو کی تختی پر بہت مشکل سے محسوس ہوتا ہے۔ پس معمولی دیواروں یا جسموں کے پاس سے گزرتے وقت شعاع کے موڑ کا محسوس ہونا ممکن ہی نہیں چہ جائے کہ دیواروں کے پیچھے کی چیزوں کو دیکھا جا سکے۔

غرض آئن سٹائن کی پیشین گوئی اور اس کی تجربی تصدیق سے نتیجہ نکلتا ہے کہ روشنی بھی تجاذبی قوت سے اسی طرح متاثر ہوتی ہے جیسے مادہ۔ ہم جانتے ہیں کہ کسی مادی چیز کے وزن سے مراد اس پر عمل کرنے والی تجاذبی قوت ہے۔ اب چوں کہ روشنی پر بھی تجاذبی قوتِ عمل کرتی ہے اس لیے روشنی کا بھی وزن ہونا چاہیے لیکن روشنی کی شعاعوں میں مادہ کی مقدار بے حد قلیل ہے۔ چنانچہ سورج سے نکل کر زمین پر ایک پورے دن میں جو روشنی پڑتی ہے

اس کی کل کمیّت ۱۶۰ ٹن ہے۔ اس کا اندازہ ایک دوسری طرح سے یوں بھی لگایا جاسکتا ہے کہ اگر روشنی کی اکائی ۳ آنے سے بکے تو ایک پونڈ کمیّت کی روشنی میں اس قدر زیادہ اکائیاں ہوں گی کہ اس کی قیمت دو ارب دس کروڑ روپیہ ہوگی۔

۴۔ مادّہ اور توانائی ایک ہی ہیں۔

آئن سٹائن نے یہ بھی ثابت کیا کہ نہ صرف روشنی بلکہ ہر قسم کی توانائی جیسے حرارتی، برقی اور مقناطیسی توانائی کا بھی وزن ہوتا ہے اور اس سے بھی بڑھ کر یہ کہ توانائی اور مادّہ اصل میں ایک ہی چیز کی مختلف حالتیں ہیں اور ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکتے ہیں۔ اس نے وہ ضابطہ بھی دریافت کیا جس کی بنا پر کسی توانائی میں مادّے کی مقدار اور کسی مادّے میں توانائی کی مقدار دریافت کی جاتی ہے۔ یہ "آئن سٹائن کا توانائی کا ضابطہ" کہلاتا ہے۔

جب توانائی اور مادّہ ایک ہی ہو گئے تو بقائے توانائی اور بقائے مادّہ کے دو علیحدہ قانون نہیں رہے بلکہ دونوں ایک دوسرے میں ضم ہو گئے اور بقا کا صرف ایک ہی قانون رہ گیا۔

آئن سٹائن نے تو ابتداءً محض اپنے نظریۂ اضافیت کی بنا پر توانائی اور مادّے کے ایک ہی ہونے کو دریافت کیا تھا۔ لیکن اس کے بعد راست تجربوں سے بھی اس کا ثبوت مل گیا۔ ۱۹۱۶ء میں امریکہ کے پروفیسر ملیکن (Millikan) نے تجربے سے ثابت کیا کہ مادّہ توانائی کی شکل میں تبدیل ہوتا ہے اور اس طرح سے جو توانائی حاصل ہوتی ہے وہ آئن سٹائن کے ضابطے کو پورا

کرتی ہے۔ اس کا برعکس مسئلہ ثابت کرنا یعنی ایک ایسا تجربہ کرنا جس میں توانائی مادّے کی شکل میں تبدیل ہو بہت دقت طلب تھا۔ لیکن ۱۹۳۳ء میں اس مشکل کو بھی حل کیا گیا اور تجربہ خانے میں روشنی کی دو شعاعوں کے ملنے سے مادّی ذرّے کا پیدا ہونا معلوم ہوا اور اس طرح آئن شٹائن کے ضابطے کی پوری تصدیق ہو گئی۔

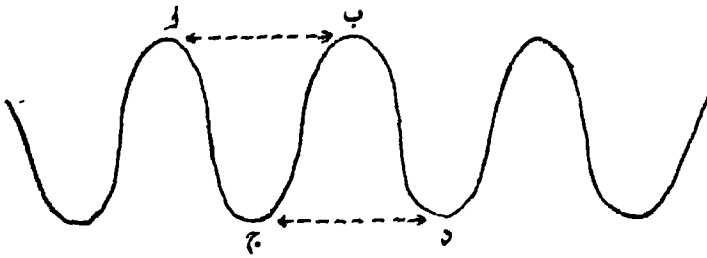
بیسویں صدی کا اہم ترین انکشاف لاسلکی یا ہوائی جہاز نہیں بلکہ آئن شٹائن کا یہی انکشاف ہے کہ مادّہ اور توانائی ایک ہی ہیں اور ایک خاص ضابطے کے بموجب ایک دوسرے میں تبدیل ہوتے ہیں۔ جدید طبیعیات کی ساری بنیاد اسی نتیجے پر ہے جس کا ثبوت نظریہ سے بھی دیا جا چکا ہے اور جس کی تصدیق تجربوں سے بھی ہو چکی ہے۔

۵۔ روشنی کی موجیں۔

ہم نے دیکھا ہے کہ معمولی اور روز مرّہ کے واقعات پر نظریۂ اضافیت کا اثر اس قدر خفیف ہے کہ ناپا نہیں جا سکتا۔ اس لیے ایسے تجربے کرنا بہت مشکل ہے جس سے اس نظریے کی تصدیق ہو سکے۔ چند تجربے جو خود قدرت کے کارخانے میں ہوتے ہیں ان کا ذکر ہم اس باب میں کر چکے ہیں۔ اسی طرح کا ایک اور تجربہ ہے جس کو ہم اب بیان کریں گے۔

ہم جانتے ہیں کہ روشنی فضا میں موجوں کے ذریعے پھیلتی ہے جس طرح کہ آواز ہوا میں موجوں کے ذریعے پھیلتی ہے۔ پانی کی

موجوں کا خیال کیجیے۔ ہم جانتے ہیں موجوں کی کیفیت اس طرح کی ہوتی ہے کہ پانی کی سطح اس سطح سے جو سکون کی حالت میں تھی یکے بعد دیگرے اوپر چڑھی ہوئی اور نیچے اُتری ہوئی ہوتی ہے جیسی ذیل کی شکل میں ہے:-

اس موج کے بلند ترین نقطے ا ب کی طرح کے اور پست ترین نقطے ج، د کی طرح کے ہوتے ہیں۔ دو متصلہ بلند ترین نقطوں یا دو متصلہ پست ترین نقطوں کے درمیانی فاصلے کو "طول موج" کہتے ہیں۔ یعنی فاصلہ ا ب یا فاصلہ ج د طول موج ہے۔ اس طرح ہر شعاع کا ایک طول موج ہوتا ہے اور اس شعاع کا رنگ اسی طول موج پر منحصر ہوتا ہے۔ بڑی طول موج کی شعاعیں سُرخ ہوتی ہیں اور جیسے جیسے طول گھٹتا جاتا ہے رنگ بھی بدلتا جاتا ہے۔ یہاں تک کہ چھوٹی طول موج کی شعاعوں کا رنگ بنفشئی ہوتا ہے۔ ہر روشنی مختلف شعاعوں کا مجموعہ ہوتی ہے اور ان شعاعوں کے مختلف طول موج ہوتے ہیں۔ اس لیے ایک روشنی میں مختلف رنگ کی شعاعیں پائی جاتی ہیں۔ معمولی روشنی کو جو سفید نظر آتی ہے

بلّوریں سے دیکھیں تو مختلف طول کی شعاعیں علیحدہ ہو جاتی ہیں اور اس لیے مختلف رنگ دکھائی دیتے ہیں۔ اس طرح سفید روشنی سات رنگوں میں پھٹ جاتی ہے۔ رنگوں کا یہ سلسلہ سرخ سے شروع ہوتا ہے اور بنفشئی پر ختم ہوتا ہے۔ اس سلسلے کو "طیف" (Spectrum) کہتے ہیں۔ ان کے علاوہ سُرخ رنگ کی شعاعوں سے بڑے طول موج اور بنفشئی رنگ کی شعاعوں سے چھوٹے طول موج کی شعاعیں بھی ہوتی ہیں لیکن یہ نظر نہیں آتیں

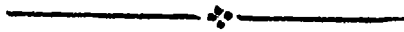
گزشتہ صدی کے دوران میں سائنس دانوں نے یہ دریافت کیا کہ ہر کیمیائی عنصر جیسے آکسیجن، سوڈیم، کوئلہ وغیرہ کا ایک خاص طیف ہوتا ہے جو باقی تمام عنصروں کے طیف سے مختلف ہوتا ہے۔ یہ طیف اس عنصر کے جوہر (atom) کی ساخت اور اس کے اندرونی الکٹرون (برقی ذرّوں) کی حرکت پر منحصر ہوتا ہے اور کسی نامعلوم مادّے میں اس طیف کی مدد سے اس میں پائے جانے والے عنصروں کی شناخت کی جاتی ہے۔

اب آئن شٹائن نے عام نظریۂ اضافیت کی بنا پر یہ نتیجہ اخذ کیا کہ سورج سے آنے والی روشنی کا طیف دیکھا جائے تو یہ کسی قدر سُرخ رنگ کی طرف ہٹا ہوا ہوگا۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ سورج سے آنے والی شعاعوں کا طول موج ان شعاعوں کے طول کی بہ نسبت جو زمین پر ان ہی عنصروں سے خارج ہوتی ہیں کسی قدر زیادہ ہوگا۔ چند سال بعد تجربہ کرنے پر آئن شٹائن کی اس پیشین گوئی کی بھی تصدیق ہوگئی۔

۶- آئن شٹائن کا نظریہ نیوٹن کے نظریہ کی ارتقائی صورت ہے۔

یہاں تک ہم نے آئن شٹائن کے نظریے کے جس قدر نتیجے بیان کیے ہیں وہ سب ناقابل انکار ہیں اور ان کی تصدیق تجربوں سے ہو چکی ہے۔ ہماری موجودہ معلومات اور امکانی تجربوں کی حد تک اضافیت کا نظریہ اٹل ہے اور آیندہ جو بھی ترقی ہوگی وہ اسی پر مبنی ہوگی۔ ہر شخص کو جو سائنس کی اصلیت اور اس کے طریقوں سے ذرا بھی واقف ہے اعتراف ہے کہ سائنس کا کوئی نظریہ "بالکل مکمل" نہیں ہوتا بلکہ اس میں ہمیشہ اصلاح اور ترقی کی گنجایش ہوتی ہے۔ خود آئن شٹائن بھی اپنے نظریہ کو بہتر بنانے کی ان تھک کوشش کر رہے ہیں۔ اور دوسرے لوگ بھی جو اس موضوع پر تحقیقی کام کر رہے ہیں نئے نظریے پیش کرتے رہتے ہیں جن سے آئن شٹائنی نظریہ کی کمزوریاں دور ہوں اور بہتر اور زیادہ صحیح نتیجے حاصل ہو سکیں۔ لیکن ان سب کوششوں کی ابتدا وہاں سے ہوتی ہے جہاں ہم نے اب ختم کیا ہے۔ یعنی ہر نئے نظریہ میں عام اضافیت کا وہ حصّہ جو ہم نے اب تک بیان کیا ہے ضرور موجود ہوتا ہے۔ بحث یا اختلاف جو کچھ ہے وہ صرف بعد والے حصّے سے متعلق ہے جو آیندہ بیان کیا جائے گا۔ ان نتیجوں اور اصولوں کے متعلق جو اب تک بیان کیے جا چکے ہیں کسی کو اعتراض نہیں ہونا چاہیے کیوں کہ جہاں تک ممکن تھا ان کی پوری تصدیق ہو چکی ہے اور یہ جدید سائنس کا بنیادی جزو بن چکے ہیں۔

لیکن افسوس ہے کہ سیاسی اور سماجی مسئلوں کی طرح بعض وقت

سائنسی مسئلوں میں بھی جماعتیں بن جاتی ہیں۔ بعض انسانوں کے لیے بہت مشکل ہوتا ہے کہ سائنس کے مسئلوں پر بحث کرتے وقت بھی اپنے ذاتی جذبات کو علیحدہ رکھیں۔ اس لیے کبھی کبھی ایسی کوششیں بھی کی جاتی ہیں کہ نظریۂ اضافیت کو غلط اور آئن شٹائن کے کارنامے کو کالعدم قرار دیا جائے۔ ان کوششوں کا ماحصل یہ ثابت کرنا ہوتا ہے کہ اضافیت کے نظریے کی ضرورت نہیں نیوٹن کے نظریے میں ہی دل خواہ تبدیلی کرکے مطلوبہ نتیجے حاصل کیے جائیں۔ یہ کوششیں جو اس طرح کی غیر سائنسی ذہنیت پر مبنی ہوں کبھی کامیاب نہیں ہوسکتیں۔ گزشتہ چالیس سال میں سائنس نے جو ترقی کی ہے اس کے بعد نیوٹن کے نظریہ کی طرف واپس جانا قطعی ناممکن ہے۔ جو کچھ بھی ترقی ہوگی وہ اسی سمت میں ہوگی جس کی رہنمائی آئن شٹائن نے کی ہے۔ جس طرح ہم اب کوپرنکیس کے نظامِ شمسی کو چھوڑ کر بطلیموس کے نظام کی طرف واپس نہیں جاسکتے اسی طرح آئن شٹائن کے نظریۂ اضافیت کو چھوڑ کر نیوٹن کے نظریہ کی طرف نہیں پلٹ سکتے۔

آٹھواں باب

کائنات کی انتہا

۱۔ کائنات کا قدیم تصوّر۔

ایک عرصے سے انسان اس بات پر غور کرتے رہے ہیں کہ یہ ساری کائنات کہیں ختم بھی ہوتی ہے یا نہیں۔ ہر زمانے میں یہ کوشش ہوتی رہی کہ مکان اور زمان دونوں کے لحاظ سے کائنات کا انجام معلوم کیا جائے۔ نظریۂ اضافیت کے انکشاف سے پہلے مکاں کی حد تک عوام کا خیال تھا کہ کائنات کی کوئی انتہا نہیں کیونکہ یہ تصور کرنا مشکل تھا کہ فضا کہیں جاکر ختم ہوجاتی ہے۔ کسی فضا کے ختم ہونے کو ہم دو طرح سے سمجھ سکتے ہیں۔ ایک تو یہ کہ اگر کسی کمرے کے ختم ہونے کا خیال کریں تو ہمارے ذہن میں فوراً دیواروں کا تصوّر آتا ہے یعنی ہم کہتے ہیں کہ کمرے کے چاروں طرف دیواریں ہیں۔ یا اگر کسی کھیت یا احاطے پر غور کریں تو یہ ایک باڑ سے گھرے ہوئے ہوتے ہیں۔ دوسرے یہ کہ ہم کسی بلند سطح پر چڑھ جائیں اور کچھ دور جانے کے بعد یہ سطح یکایک ختم ہوجائے اس کے بعد ایک گہرا غار ہو اور اس غار کی وادی ہماری نظروں سے پوشیدہ رہے۔ ان مختلف صورتوں میں ہم کہتے ہیں کہ کمرہ

یا کھیت یا سطح کی انتہا ہے اور اس کی انتہا پر دیوار یا باڑ یا غار واقع ہے۔ اب اگر مکان یعنی فضا کی بھی انتہا فرض کی جائے تو سوال پیدا ہوتا ہے کہ اس انتہا پر کیا کوئی دیوار یا کنارہ واقع ہے۔ اور چوں کہ فضا کی انتہا پر کسی دیوار یا کنارے کا تصور ناممکن تھا اس لیے مان لیا گیا کہ فضا کی کوئی انتہا نہیں اگرچہ ہمارے حواس یا تجربے ایک خاص حصّے سے آگے کی کچھ خبر نہیں دیتے۔

۲۔ کائنات بے انتہا نہیں ہے۔

لیکن نظریۂ اضافیت کی بنا پر آئن شٹائن نے نہ صرف یہ ثابت کیا کہ کائنات بے انتہا نہیں ہے بلکہ یہ بھی بتایا کہ اس تناہی کائنات کا تصور کس طرح کیا جاسکتا ہے۔ تجربوں کی بنا پر اور حساب لگانے سے معلوم ہوا ہے کہ دُنیا میں مادّے کی بے انتہا مقدار نہیں بلکہ ایک معیّن مقدار پائی جاتی ہے (جس کی قیمت تقریباً $10^{55} \times 1.4$ گرام ہے یعنی یہ مقدار ہمارے سورج کے مقدار مادّے کا 10^{22} گنا ہے)۔ اگر مادّے کی یہ معیّن مقدار بے انتہا فضا میں پائی جائے تو دُنیا میں مادّے کی اوسط کثافت صفر ہوجاتی ہے۔ حجم کی اکائی میں کسی چیز کی جتنی کمیّت پائی جاتی ہے اس کو "کثافت" کہتے ہیں۔ مثلاً فرض کیجیے کہ ایک برتن کا حجم ۴ مکعب فٹ ہے اور اس میں ایک گیس بھری ہوئی ہے جس کی کمیّت ۱۲ پونڈ ہے تو ہم کہتے ہیں کہ اس گیس کی کثافت ۳ ہے۔ لیکن اگر اسی گیس کو ۶۰۰۰ مکعب فٹ والے کمرے میں بھر دیں تو اس کی کثافت $\frac{1}{500}$ ہوجاتی ہے اور ظاہر ہے کہ کمرے کو جس قدر بڑا کرتے چلے جائیں کثافت اسی قدر

کم ہوتی چلی جائے گی یہاں تک کہ بے انتہا فضا میں یہ کثافت صفر ہو جائے گی۔ لیکن تجربوں سے اور نظریہ کی بنا پر یہ ماننا پڑتا ہے کہ دُنیا میں مادّے کی اوسطِ کثافت صفر نہیں ہو سکتی۔ اس لیے بے انتہا فضا کا تصوُّر غلط ہے۔

اس اعتراض کو رفع کرنے کے لیے کہا جا سکتا ہے کہ مادّہ پوری فضا میں نہیں پھیلا ہوا ہے بلکہ فضا کے صرف ایک حصّے میں واقع ہے۔ لیکن وہ فضا جس میں کچھ مادّہ نہ ہو سائنس کے نقطۂ نظر سے محض بے کار ہے۔ سائنس صرف اسی فضا سے بحث کرے گی جس میں مادّہ واقع ہے اور یہ فضا بہرحال بے انتہا نہیں ہے۔ آگے چل کر ہم ایک اور وجہ بیان کریں گے کہ فضا کی انتہا کا فرض کرنا کیوں ضروری ہے۔

۳۔ کائنات کی سرحد یا کنارہ نہیں ہے۔

اب آپ کہیں گے کہ اگر فضا کی انتہا مان لی جائے تو پھر اسی دیوار یا کنارے کا سوال پیدا ہوتا ہے۔ لیکن یہ سوال آپ کے ذہن میں اس لیے آتا ہے کہ آپ نے فضا کو ایک کمرے کی طرح جیومٹی (اقلیدسی) سمجھ رکھا ہے۔ ایک کُرہ مثلاً گولے کو لیجیے اس گولے کی سطح بے انتہا نہیں ہے۔ اس کے کسی دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ معین ہے لیکن کیا اس گولے کی سطح پر کہیں کوئی حد یا کنارہ ہے؟ اگر زمین کی سطح پر آپ چلنے لگیں تو کیا کسی مقام پر پہنچ کر آپ کہہ سکتے ہیں کہ اس کے آگے نہیں جا سکتے پس ایک کرہ کی سطح کے لیے آپ کو ماننا پڑتا ہے کہ وہ انتہا

رکھتی ہے لیکن اس کے کسی مقام پر کوئی حد یا کنارہ نہیں ہے۔ فضا کے متعلق بھی ہم نے چھٹے باب میں دیکھا ہے کہ وہ چپٹی (اقلیدسی) نہیں بلکہ پیچ دار اور خمیدہ (نا اقلیدسی) ہے اس لیے ایک گولے کی طرح اس کی بھی انتہا ہوسکتی ہے اگرچہ کوئی حد یا کنارہ نہ ہو۔ ایسی فضا کو ریاضی داں "متناہی لیکن غیر محدود" کہتے ہیں۔ یہ صرف ایک اصطلاح ہے اور غیر ریاضی دانوں کو اس سے گھبرانے کی ضرورت نہیں۔ اس کا مطلب صرف یہی ہے کہ فضا کے کسی دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ بے انتہا نہیں بلکہ معیّن ہے اگرچہ اس فضا میں ہم جب تک چاہیں چل سکتے ہیں کوئی حد یا کنارہ ایسا نہیں ہے جہاں پہنچ کر ہمارا سفر ختم ہو جائے۔ علم جغرافیہ میں زمین کے گول ہونے کا ثبوت دیتے وقت بتایا جاتا ہے کہ اگر ایک شخص کسی مقام سے روانہ ہو اور سیدھے ایک ہی سمت میں چلتا رہے تو آخر وہ اُسی مقام پر پہنچ جائے گا جہاں سے روانہ ہوا تھا اور اگر اسی طرح چلتا رہے تو جتنی دیر تک چاہے چل سکتا ہے۔ کائنات کے متناہی لیکن غیر محدود ہونے کو بھی اسی طرح تصوّر کیا جاسکتا ہے۔

صدیوں سے انسانی ذہن چپٹی اور بے انتہا فضا کے تصوّر سے مانوس ہیں۔ ایک ایسی فضا جس میں پیچ و خم ہو اور جو متناہی لیکن غیر محدود ہو ہمیں ایک انوکھی اور اجنبی چیز معلوم ہوتی ہے۔ اس کو سمجھنے اور اس سے مانوس ہونے کے لیے

ہمیں اپنے دماغ پر بار ڈالنا پڑتا ہے۔

ہم میں سے بعض لوگ اس مصیبت سے بچنے کے لیے اس تصوّر ہی کو مہمل کہہ دیتے ہیں اور نظریۂ اضافیت کو جو اس پر مبنی ہے غلط قرار دیتے ہیں۔ لیکن یاد رکھنا چاہیے کہ کائنات کے نا اقلیدسی اور متناہی ہونے کے خلاف کوئی منطقی وجہ نہیں ہے۔ کسی نظریہ کی صحت کا معیار اس کا مانوس یا غیر مانوس ہونا نہیں بلکہ یہ ہے کہ واقعات اس کے موافق ہیں یا نہیں۔ جتنے واقعات ہم کو اب تک معلوم ہیں وہ سب اس مفروضے کی تصدیق کرتے ہیں کہ کائنات بے انتہا نہیں بلکہ متناہی ہے اب تک ایک واقعہ بھی ایسا نہیں معلوم ہوا جس کی بنا پر یہ کہا جاسکے کہ فضا کو بے انتہا ہونا چاہیے۔

۴۔ کائنات کے دو نمونے۔

متناہی کائنات کے لیے نظریۂ اضافیت کی بنا پر آئن سٹائن اور ڈے سٹر (De Sitter) نے دو مختلف نظریے پیش کیے جن کا بنیادی فرق یہ ہے کہ آئن سٹائن کے نزدیک کائنات صرف مکاں کی حد تک متناہی ہے لیکن زماں کے لحاظ سے بے انتہا ہے۔ اس کے برخلاف ڈے سٹر کے نزدیک کائنات مکاں اور زماں دونوں کے لحاظ سے متناہی ہے۔ ان کو علی الترتیب "آئن سٹائن کی دنیا" اور "ڈے سٹر کی دنیا" کہتے ہیں۔

آئن سٹائن کی دنیا کو یوں تصوّر کیجیے کہ ایک ستون ہے جس کی موٹائی (مکاں) محدود ہے لیکن جس کا طول (زماں) بے انتہا ہے

ڈے سٹر کی کائنات ایک چار بُعدی گولا ہے جو ہر طرف متناہی ہے۔

۵۔ آئن سٹائن کی کائنات۔

آئن سٹائن کی دُنیا کی وسعت معلوم کرنے کے لیے فرض کیجیے کہ روشنی کی ایک شعاع جس کی رفتار ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی ثانیہ ہے، اس کائنات کے گرد گھومتی ہے۔ تو حساب لگایا گیا ہے کہ اس شعاع کو کائنات کا پورا چکّر لگانے میں تقریباً ایک ارب (سو کرور) سال صرف ہوں گے۔ اس کے علاوہ تمام شعاعیں جو ایک ہی چیز مثلاً سورج سے نکلتی ہیں اس پورے چکّر کے بعد اسی مقام پر جمع ہوں گی جہاں کہ ایک ارب سال پہلے سورج واقع تھا۔ اس کی مثال ایسی ہے گویا کہ کئی ہوا باز ہوائی جہازوں میں قطب شمالی سے نکلتے ہیں اور ایک ہی رفتار (مثلاً ۲۰۰ میل فی گھنٹہ) کے ساتھ مختلف بڑے دائروں میں سفر کرتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ یہ سب ۶۰ گھنٹوں کے بعد قطب جنوبی پر ملیں گے اور ۱۲۰ گھنٹوں کے بعد قطب شمالی پر جمع ہوں گے اور اگر اسی طرح مسلسل چلتے رہیں تو ۱۸۰ گھنٹوں کے بعد پھر قطب جنوبی پر اور ۲۴۰ گھنٹوں کے بعد قطب شمالی پر ملیں گے۔ یہ سلسلہ اسی طرح جاری رہے گا۔ اب اگر ہوابازوں کی بجائے جو زمین کے گرد اُڑ رہے ہوں ہم روشنی کی شعاعیں لیں جو کائنات کے گرد چکّر لگا رہی ہیں تو یہی صورت پیش آتی ہے۔ یہ تمام شعاعیں پہلے ایک ایسے مقام پر ملتی ہیں جو ابتدائی مقام کا مقابل نقطہ ہے اور پھر اپنے ابتدائی مقام پر

ملتی ہیں۔ کسی چیز سے نکلنے والی شعاعیں جب ایک جگہ ملتی ہیں تو ہم کو اس چیز کا خیال یا عکس نظر آتا ہے۔ پس اگر کوئی مشاہد اس مقام کے قریب ہو جہاں سورج ۵۰ کرور سال پہلے تھا تو اس کو ایک ایسا ستارہ نظر آئے گا جو چمک، شکل اور حجم میں سورج کے مماثل ہے۔ اسی طرح اگر کوئی مشاہد اس مقام کے قریب ہو جہاں سورج ایک ارب سال پہلے تھا تو اس کو ایک اور سورج نظر آئے گا۔ ان مقاموں پر جہاں سورج ڈیڑھ ارب دو ارب، ڈھائی ارب، تین ارب وغیرہ سال پہلے تھا وہاں بھی سورج کے خیال (image) نظر آئیں گے۔ یہ سلسلہ وہاں ختم ہوگا جب کہ ہم ایسے وقت پر پہنچ جائیں جب سورج کا وجود ہی نہیں تھا۔ اس بنا پر یہ کہا جا سکتا ہے کہ بہت سے ستارے جو ہم کو آسمان پر نظر آتے ہیں ممکن ہے کہ صرف خیال ہوں اور اصلی ستارے نہ ہوں۔ لیکن یہ شبہ کرنے کی کافی گنجایش ہے کہ کسی ستارے سے نکلی ہوئی شعاعیں اپنے سفر کو اس صحت کے ساتھ طے کرتی ہیں کہ آخر میں وہ سب ایک ہی جگہ پر آملیں۔ بہت سی شعاعیں راستے میں مادّی اجسام کے تجاذبی میدان کی وجہ سے مُڑ جائیں گی اور بہت سی شعاعیں غیر شفاف اجسام میں جذب ہو جائیں گی۔ اس لیے ایک ایسے "خیال" کا بننا جو صاف طور پر دکھائی دے سکے تقریباً ناممکن ہے۔

آئن شٹائن نے دُنیا کا جو نمونہ پیش کیا ہے وہ چند امور میں واقعات کے مطابق ہے لیکن بعض اُمور میں یہ واقعات کے خلاف

نتیجے پیش کرتا ہے۔ مثلاً مشاہدوں سے معلوم ہوا ہے کہ بہت دُور
کے ستاروں سے جو روشنی آتی ہے اُس کے طیفی خط سُرخ رنگ
کی طرف ہٹے ہوئے ہوتے ہیں لیکن آئن سٹائن کے نمونے سے
نتیجہ نکلتا ہے کہ یہ خط اپنی اپنی جگہ پر ہونے چاہییں۔ اس لیے
آئن سٹائن نے پوری کائنات کا جو نمونہ پیش کیا ہے وہ بالکل
صحیح نہیں ہے۔

۶۔ ڈی سٹر کی کائنات۔

ڈی سٹر نے کائنات کا جو دوسرا نمونہ پیش کیا ہے اس
کی بنا پر دُور کے ستاروں کے یہ طیفی خط سُرخ رنگ کی
طرف ہٹے ہوئے ہوتے ہیں جیسا کہ مشاہدوں سے تصدیق
ہوتی ہے۔ اس نتیجے کو ہم کسی قدر تفصیل کے ساتھ سمجھائیں گے۔
ڈی سٹر کے نظریہ کے مطابق ایک مشاہد زید کو بہت دُور
کی گھڑیاں سُست چلتی ہوئی دکھائی دیں گی۔ چوتھے باب
میں محدود نظریے کی تشریح کرتے وقت بھی ہم نے بیان
کیا تھا کہ دو مشاہد اگر ایک دوسرے کے لحاظ سے اضافی
حرکت کر رہے ہیں تو ایک مشاہد کی گھڑی دوسرے مشاہد کو
سُست چلتی ہوئی دکھائی دے گی۔ یہ اثر حرکت کی وجہ
سے ہے اور مشاہدین کے نزدیک یا دور واقع ہونے کا اس پر
کوئی اثر نہیں۔ اگر دونوں مشاہد ساکن ہوں تو پھر دونوں کا
وقت ایک ہی ہوگا۔ اس باب میں جو اثر ہم بیان کر رہے ہیں
وہ اس بات پر منحصر ہے کہ گھڑی زید سے بہت دُور فاصلے پر

واقع ہو چاہے دونوں ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کر رہے ہوں یا ساکن ہوں۔ اب جیسے جیسے زیادہ فاصلے پر کی گھڑیوں کو زید دیکھتا جائے وہ اس کو زیادہ سُست چلتی ہوئی دکھائی دیں گی یہاں تک کہ ایک فاصلے پر جو کائنات کے محیط کا ایک چوتھائی ہو زید کو گھڑیاں بالکل ساکن نظر آئیں گی۔ یہ مقام زید کی نظروں میں ایک کامل سکون کا مقام ہوگا جہاں حرکت اور زندگی کے کوئی آثار اس کو نہیں دکھائی دیں گے۔ اس مقام سے آگے کی خبریں زید تک نہیں پہنچ سکتیں کیوں کہ روشنی کی موجیں اس سرحد کے پار نہیں جا سکتیں۔ یہ سرحد کوئی حقیقی سرحد نہیں ہو بلکہ دُنیا کے کاروبار وہاں بھی بالکل اسی طرح چلتے ہیں جیسے خود زید کے مقام پر۔ اس کے علاوہ اس سرحد پر کوئی دوسرا مشاہد بکر ہو تو بکر دیکھے گا کہ زید کے قریب کی دُنیا بالکل ساکن ہو اور اس میں حرکت اور زندگی کے کوئی آثار نہیں۔ اضافیت کے دوسرے اثروں کی طرح یہ اثر بھی دونوں مشاہدین کے لیے کامل طور پر معکوس ہو۔ ہم نے ابھی کہا ہو کہ زید کو بکر کی دُنیا بالکل ساکن نظر آئے گی۔ حقیقت میں زید بکر کی دُنیا کا حال معلوم ہی نہیں کرسکتا کیوں کہ روشنی کو بکر کی دُنیا سے زید کی دُنیا تک پہنچنے میں بے انتہا وقت لگتا ہو۔ بکر کے قرب و جوار کے مقامات کی خبر زید کو مل سکتی ہو لیکن خاص بکر کی دُنیا ہمیشہ زید کے سرحد ادراک سے پرے ہوگی۔ بالفاظِ دیگر ایک خاص فاصلہ

ایسا ہے کہ اس پرکے اور اس کے آگے کے مقامات کی خبر ہم معلوم نہیں کر سکتے لیکن اس سے ذرا کم فاصلے پر کے مقامات کی خبر ہم معلوم کر سکتے ہیں۔ ہم کو پھر بھی مایوس ہونے کی کوئی وجہ نہیں کیوں کہ یہ انتہائی فاصلہ کروڑوں ارب میل کا ہے اور اس حد بندی کے باوجود بھی ہمارے لیے ملکِ خدا تنگ نہیں ہے بلکہ مہموں کے سر کرنے اور گامزنی کے لیے کافی میدان میسّر ہے۔ اس کے علاوہ چوں کہ روشنی کی شعاعیں اس سرحد کو پار نہیں کر سکتیں اس لیے وہ کائنات کا پورا چکّر کرنے سے معذور ہیں اور اس لیے ستاروں کے عکسوں یا خیالوں کا بننا ممکن نہیں جیسا کہ آئن شٹائن کی دُنیا میں ممکن ہے۔

ہم نے ابھی دیکھا ہے کہ مشاہد سے بہت دور فاصلے پر گھڑیاں سُست ہو جاتی ہیں یعنی تمام واقعات سُست رفتار سے رونما ہوتے ہیں۔ پس کسی جوہر (atom) کے جھولنے کی حرکت بھی سُست ہو جائے گی اور اس جھولنے کی حرکت کی وجہ سے جو روشنی جوہر میں سے خارج ہوتی ہے اس کی رفتار بھی سُست ہوگی۔ اس سُستی کی وجہ سے یہ روشنی جب ہم تک پہنچے گی تو ہم کو زیادہ سُرخ نظر آئے گی۔ اس کی تصدیق امریکہ کے ماہرین فلکیات نے کی ہے کہ سحابیوں (nebulae) سے جو روشنی آتی ہے، اس کا طیف سُرخ رنگ کی طرف ہٹا ہوا ہوتا ہے۔

ڈے سٹر کے نظریہ کا ایک دوسرا نتیجہ یہ بھی ہے کہ اگر کسی مشاہد کو دوُر کی کوئی چیز ایک وقت ساکن نظر آتی ہے تو وہ

اس کو ہمیشہ ساکن نظر نہیں آئے گی۔ بلکہ اس سے دُور ہونے لگے گی اور جس قدر زیادہ دُور ہو گی اُسی قدر زیادہ تیز رفتار سے دُور ہوتی جائے گی۔ آیندہ باب میں ہم اس اثر کو اور اس کی تجربی تصدیق اور اس سے اخذ کیے ہوئے نتیجوں کو تفصیل سے بیان کریں گے۔ یہاں صرف یہ کہہ دینا کافی ہے کہ ڈے سٹر نے کائنات کا جو نمونہ پیش کیا ہے وہ ایک حد تک تشفی بخش ہے لیکن اس میں بھی نقائص موجود ہیں ۔ آج کل مختلف ماہرین اس کوشش میں ہیں کہ نظریۂ اضافیت کی بنا پر کائنات کا ایک صحیح نمونہ حاصل کیا جائے۔

نواں باب

کائنات کا پھیلاؤ

۱۔ سحابوں کا نظام۔

ہم جانتے ہیں کہ سورج ایک ستارہ ہے جس کے گرد ہماری زمین اور چاند، عطارد، مریخ، مشتری، زحل اور دوسرے سیارے گھوم رہے ہیں۔ چوں کہ سورج ہماری زمین سے زیادہ قریب ہے اس لیے بڑا اور روشن نظر آتا ہے حالانکہ دوسرے ستارے بھی تقریباً اتنے ہی بڑے اور اسی قدر روشن ہیں لیکن چوں کہ وہ ہم سے بہت دور ہیں اس لیے چھوٹے اور کم روشن نظر آتے ہیں۔ ستاروں کے ان فاصلوں کو بیان کرنے کے لیے وہ پیمانے جو زمین پر ناپے جاتے ہیں کافی نہیں ہوتے۔ اس لیے ریاضی والوں نے ایک نیا پیمانہ بنایا ہے جس کو "نور سال" (light year) کہتے ہیں۔ ایک نور سال اس فاصلے کے مساوی ہے جس کو روشنی کی ایک شعاع ایک سال میں طے کرتی ہے۔ اس فاصلے کی درازی کا اندازہ آپ اس طرح کر سکتے ہیں کہ ایک ثانیے میں نور کی شعاع ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل طے کرتی ہے۔ اب آپ اس کا حساب لگا سکتے ہیں کہ ایک سال میں تقریباً تین کروڑ پندرہ لاکھ ثانیے

ہوتے ہیں اور ایک نور سال کا فاصلہ تین کروڑ پندرہ لاکھ کو
ایک لاکھ چھیاسی ہزار سے ضرب دینے پر جو عدد حاصل ہوتا ہے
اتنے میل کے برابر ہوتا ہے۔ یعنی ایک نور سال تقریباً ساٹھ ہزار
کروڑ میل کے برابر ہے۔ مثلاً سورج ہم سے قریب ترین ستارہ ہے۔
سورج سے زمین تک روشنی تقریباً سات منٹ میں آتی ہے حالانکہ
سورج کا فاصلہ ۹ کروڑ ۳۰ لاکھ میل ہے۔ سورج کے بعد جو ستارہ
سب سے زیادہ قریب ہے شعرائے یمانی (Sirius) ہے اور اس
سے زمین تک روشنی کو پہنچنے میں تقریباً پانچ سال لگتے ہیں۔
دور کے ستاروں سے تو روشنی لاکھوں کروڑوں سال میں آتی ہے۔

ستاروں کے مختلف نظام ہوتے ہیں جن میں سے ہر نظام
میں تقریباً دس ہزار کروڑ ستارے ہوتے ہیں۔ یہ ستارے ایک
خاص رشتے کے تحت جکڑے ہوئے ہوتے ہیں اور علم فلکیات
میں جب کائنات کے ارتقا سے بحث ہوتی ہے تو ستاروں کے
اس نظام کو اکائی کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ایسے نظام کو
انگریزی میں "galaxy" یا "Spiral nebula"
کہتے ہیں۔ اردو میں اس کے لیے اصطلاح "سحاب" بنائی گئی
ہے۔ اندازہ کیا گیا ہے کہ کائنات میں اس طرح کے تقریباً دس ہزار
کروڑ سحاب پائے جاتے ہیں۔ ہمارا سورج جس سحاب میں واقع
ہے اس کو "کہکشاں" (Milky Way) کہتے ہیں۔ یہ سحاب بعیدترین
اجرام فلکی ہیں جو ہم کو دکھائی دیتے ہیں۔ ان کے فاصلے دس لاکھ
نور سال سے پندرہ کروڑ نور سال تک ناپے گئے ہیں۔ ظاہر ہے

کہ ان فاصلوں کو ناپنے کے لیے ہم وہ طریقے کام میں نہیں لاسکتے جو عام طور پر روز مرہ زندگی میں یا تجربہ خانوں میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس مطلب کے لیے "متغیر ستاروں" سے فائدہ اٹھایا جاتا ہے جن کا حال میں انکشاف ہوا ہے اور جن کو انگریزی میں (Cepheid Variable) کہتے ہیں۔ ان متغیّر ستاروں کی چمک اُن کے اندرونی تغیّروں کی وجہ سے گھٹتی بڑھتی رہتی ہے۔ اور ان تغیّروں کا دور (period) چند دنوں سے لے کر چند ہفتوں تک ہوتا ہے۔ یہ معلوم ہے کہ جن متغیّر ستاروں کا دور ایک ہی ہو ان کی چمک اور جسامت ایک ہی ہوتی ہے مثلاً اگر کسی متغیّر ستارے کا دور ۱۰ دن ہو تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ اس ستارے کی اصلی چمک سورج کی چمک سے ۹۵۰ گنا زیادہ ہے۔ پس اگر کسی سحاب میں کوئی متغیّر ستارہ ہو تو اس کے تغیّر کے دَور کی مدد سے ہم ستارے کی اصلی چمک معلوم کرتے ہیں۔ پھر اس اصلی چمک کا متغیّر ستارے کی ظاہری چمک سے مقابلہ کرکے سحاب کا فاصلہ معلوم کرسکتے ہیں۔

اس طریقے کو امریکہ کی مشہور رصدگاہ "مونٹ ولسن" (Mount Wilson) کے ماہر فلکیات پروفیسر ہبّل (Hubble) نے دریافت کیا۔

۲۔ سحابوں کا ایک دوسرے سے دُور ہونا۔

گزشتہ باب کے آخر میں ہم نے بیان کیا ہے کہ نظریۂ اضافیت کی بنا پر ہالینڈ کے ریاضی داں ڈے سٹّر نے ۱۹۱۷ء میں یہ نتیجہ اخذ کیا کہ تمام سحاب ایک دوسرے سے دُور ہوتے جارہے ہیں

ایک عرصے تک اس کا ثبوت مشاہدے سے حاصل کرنا دشوار تھا لیکن آخر رصدگاہ ماؤنٹ ولسن کی ایک سو انچ والی دوربین سے اس کا ثبوت مل ہی گیا۔ ان مشاہدوں سے پتہ چلتا ہے کہ مختلف سحاب ہم سے دور ہوتے جارہے ہیں اور ان کی رفتاریں فاصلوں کے ساتھ بڑھتی جاتی ہیں۔ ہمارے قریب کے سحابوں کی رفتار ۶ سے ۳۰ میل فی ثانیہ اور بعد میں جو سحاب دریافت ہوئے ان کی رفتار (۵۰۰) سے (۱۱۰۰) میل فی ثانیہ ہے۔ سب سے زیادہ دور کا سحاب جو اب تک معلوم ہوسکا ہے اس کی رفتار تقریباً ۲۵ ہزار میل فی ثانیہ ہے۔

سحابوں کے ایک دوسرے سے ہٹنے کی توجیہ آئن شٹائن کے نظریۂ اضافیت کی بنا پر کی جاتی ہے۔ ہم نے دیکھا ہے کہ ۱۹۱۵ء میں آئن شٹائن نے نیوٹن کے قانونِ تجاذب کی بجائے ایک نیا قانون پیش کیا جو زیادہ صحیح ہے۔ اس قانون کو ریاضی کی زبان میں فضا کے پیچ وخم اور اس کے نصف قطر کی رقوم میں بیان کیا جاتا ہے۔ لیکن عوام کو سمجھانے کے لیے ہم اس کو قوتوں کے مفہوم میں بھی بیان کر سکتے ہیں اگرچہ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ آئن شٹائن نے قوت کے مفہوم کو ساقط کردیا ہے۔ غرض آئن شٹائن کا نیا قانون یہ بیان کرتا ہے کہ ہر دو مادّی جسموں کے درمیان نہ صرف ایک تجاذبی کشش پائی جاتی ہے جیسا کہ نیوٹن نے فرض کیا تھا بلکہ اس کے علاوہ ان دونوں میں ایک قسم کی مدافعت یا دھکیلنے کا میلان بھی ہے جس کے باعث وہ ایک

دوسرے سے دور ہونا چاہتے ہیں۔ مدافعت کی یہ قوت فاصلے کے متناسب ہے یعنی فاصلے کے بڑھنے پر بڑھتی اور فاصلے کے گھٹنے پر گھٹتی جاتی ہے۔ ایک ہی سحاب کے اندر مختلف جسموں میں کشش کی قوت زیادہ ہے اور مدافعت کی قوت بہت ہی کم۔ اس لیے ایک سحاب کے اندرونی جسموں کے درمیانی فاصلوں میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں پیدا ہوتا۔ لیکن جوں جوں فاصلے بڑھتے جاتے ہیں کشش کی قوت کم اور مدافعت کی قوت زیادہ ہوتی جاتی ہے۔ سحابوں کا ایک دوسرے سے دُور ہوتے جانا اسی مدافعت کی قوت کا نتیجہ ہے۔ یہ سحاب ہم سے اس طرح دُور ہو رہے ہیں کہ ہر ایک سو تیس کروڑ سال کے بعد ان کا فاصلہ دُگنا ہوتا جاتا ہے۔ کائنات کی ارتقا میں ایک سو تیس کروڑ سال ایک معمولی مدت ہے جو زمین کے قدیم ترین پہاڑوں کی عمر سے زیادہ نہیں۔

۳۔ کائنات پھیل رہی ہے۔

جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں آئن شٹائن کے نظریۂ اضافیت کا دوسرا نتیجہ یہ ہے کہ کائنات کی فضا بے انتہا نہیں بلکہ متناہی اور معین ہے جس کو تشبیہاً ایک گول کُرے سے تعبیر کیا جاسکتا ہے۔ ہم صرف وضاحت کی خاطر یہ مان لیتے ہیں کہ کائنات ایک غبارے کی طرح ہے جس کی سطح پر مختلف سحاب جُڑے ہوئے ہیں۔ جیسا کہ ہم نے ابھی دیکھا ہے مختلف سحاب ایک دوسرے سے علحدہ ہو رہے ہیں اس لیے اب ہم فرض کرتے ہیں کہ غبارے

کو مزید ہوا بھر کر پھیلایا جا رہا ہے۔ اس کا ایک اثر تو یہ ہوگا کہ ہر دو سحابوں کا درمیانی فاصلہ بڑھتا جائے گا۔ مثلاً اگر آپ ایک لکچر کے کمرے میں بیٹھے ہوئے ہیں جو پھیل کر دُگنی وسعت اختیار کرے اور اس طرح تمام کُرسیاں ایک دوسرے سے اسی نسبت سے علیحدہ ہو جائیں تو آپ کا پہلے یہ خیال ہوگا کہ سب لوگ آپ سے دور ہوتے جا رہے ہیں لیکن بعد میں آپ دیکھیں گے حاضرین میں سے ہر شخص یہی سمجھ رہا ہے کہ بقیہ تمام لوگ اس سے دور ہوتے جا رہے ہیں۔ سحابوں کے نظام میں بھی اسی قسم کا پھیلاؤ ہو رہا ہے۔ غبارے والی تشبیہ پر ہم پھر غور کریں تو سمجھ میں آجائے گا کہ جو جسم اس غبارے کی سطح پر جُڑے ہوئے ہیں ان میں سے ہر ایک جسم باقی سب جسموں سے دور ہو رہا ہے۔ لیکن ہماری کائنات صرف سحابوں کے نظام کا نام ہے اس کے علاوہ سائنس میں کائنات کا کوئی اور مفہوم نہیں۔ جب سحابوں کا فاصلہ ہم سے بڑھتا جائے تو ہم کہتے ہیں کہ کائنات کا نصف قطر بڑھتا جا رہا ہے یعنی "کائنات پھیل رہی ہے"۔ یہ محض ایک مختصر سائنسی طریقہ ہے اس مطلب کے ادا کرنے کا کہ مختلف سحاب ایک دوسرے سے دور ہو رہے ہیں۔ اخباروں میں اکثر سنسنی خیز سُرخیاں کائنات کے پھیلنے کے متعلق دی جاتی ہیں، ان کی حقیقت صرف اسی قدر ہے۔ اس پھیلاؤ کی شرح ایسی ہے کہ ہر ۱۳۰ کروڑ سال کے بعد کائنات کا نصف قطر دُگنا ہو جاتا ہے۔ یہ پھیلاؤ یوں ہی جاری

رہے گا اور اگر ماہرین فلکیات ان سحابوں کا ہمیشہ مشاہدہ کرنا چاہیں تو ان کے لیے ضروری ہوگا کہ ہر ۱۳۰ کروڑ سال کے بعد اپنی دوربینوں کے دہانے کو دگنا کرتے چلے جائیں۔ لیکن دوربینوں کے متعلق یہ معلوم ہے کہ ایک خاص منزل کے بعد دہانے کو بڑا کرنے سے بھی دوربین کی طاقت میں کوئی اضافہ نہیں ہوتا۔ اس لیے ایک وقت آنا لازمی ہے جب کہ تمام سحاب ایک دوسرے کی نظر سے بالکل غائب ہو جائیں گے اور ستاروں کے وہ دھندلے سفید غبار جو اندھیری رات میں اور دوربین کی مدد سے دکھائی دیتے ہیں وہ بھی نظر نہیں آئیں گے۔

۴۔ کائنات کیوں بے انتہا نہیں ہے۔

ہم کہہ چکے ہیں کہ سحابوں کے دور ہونے کی رفتار فاصلوں کی نسبت سے بڑھتی جاتی ہے۔ پندرہ کروڑ نور سال کے فاصلے پر یہ رفتار ۱۵ ہزار میل فی ثانیہ ہے۔ ۱۵۰ کروڑ نور سال کے فاصلے پر یہ رفتار ایک لاکھ پچاس ہزار میل فی ثانیہ ہوگی۔ لیکن ہم اسی طرح آگے نہیں بڑھ سکتے ورنہ ۱۹۰ کروڑ نور سال کے فاصلے پر سحابوں کی رفتار ایک لاکھ ۹۰ ہزار میل فی ثانیہ ہو جائے گی جو روشنی کی رفتار سے زیادہ ہے۔ اور اس لیے ناممکن ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ کائنات بے انتہا نہیں ہو سکتی۔ ورنہ سحابوں کے پھیلنے کے لیے بے انتہا میدان ملے گا اور پھر ان کی رفتار روشنی کی رفتار سے زیادہ ہو جائے گی۔ چوتھے باب میں بیان کیا جا چکا ہے کہ کسی مادی چیز کی رفتار روشنی کی رفتار سے زیادہ

نہیں ہوسکتی ورنہ علت و معلول کا تمام سلسلہ درہم برہم ہوجائے گا
یہ بھی ایک وجہ ہے کہ فضا کا متناہی ہونا ضروری ہے جو اسی وقت
ہوسکتی ہے جب کہ یہ چپٹی (اقلیدسی) نہیں بلکہ مُڑی ہوئی (نااقلیدسی)
ہو۔ آٹھویں باب میں ہم نے وعدہ کیا تھا کہ آیندہ ایک دوسری
وجہ بتائی جائے گی کہ فضا کیوں بے انتہا نہیں ہوسکتی۔ اس بیان
سے یہ وجہ معلوم ہوجاتی ہے۔

۵۔ کائنات کا چکّر نہیں لگایا جا سکتا۔

گزشتہ باب میں بیان کیا جاچکا ہے کہ ڈے سٹّر کی کائنات
میں روشنی کی شعاع کائنات کا پورا چکّر نہیں کرسکتی۔ اب ہم اس
کی توضیح کریں گے۔ حساب لگانے پر معلوم ہوا ہے کہ کائنات کا
پورا چکّر چھ سو کروڑ (یعنی چھ ارب) نور سال سے کم اور چھ ہزار
کروڑ نور سال سے زیادہ نہیں ہے۔ مثال کے طور پر ہم فرض
کرتے ہیں کہ یہ فاصلہ چھ سو کروڑ نور سال ہے۔ اب فرض کیجیے کہ
آپ روشنی کی ایک شعاع ہیں اور ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل
فی ثانیہ کی رفتار سے حیدرآباد سے روانہ ہوتے ہیں۔ ظاہر ہے
کہ کائنات کا ایک چوتھائی چکّر کرنے میں آپ کو ڈیڑھ سو کروڑ
سال لگیں گے۔ لیکن ہم کو معلوم ہے کہ ہر ایک سو تیس کروڑ سال
کے بعد کائنات کے تمام فاصلے دُگنے ہوجاتے ہیں۔ اس لیے
کائنات کا بقیہ تین چوتھائی فاصلہ اب بجائے ساڑھے چار سو
کروڑ نور سال کے نو سو کروڑ نور سال ہوجائے گا۔ گویا روانہ
ہونے کے وقت تو آپ کو ۶۰۰ کروڑ نور سال کا چکّر کرنا تھا

لیکن ڈیڑھ سو کروڑ سال چلنے کے بعد آپ کی منزل حیدرآباد اور دور ہو گئی ہے اور ۹۰۰ کروڑ نور سال کے فاصلے پر واقع ہے۔ آپ جس قدر حیدرآباد کی طرف آگے بڑھ رہے ہیں وہ غالب کے معشوق کی طرح اتنا ہی آپ سے کھنچتا جا رہا ہے۔ اس کائنات میں آپ کے لیے حیدرآباد پہنچنے کی کوئی امید نہیں۔ فارسی کے ایک شاعر نے فریاد کی تھی کہ "یک لحہ غافل گشتم و صد سالہ راہم دور شد" یعنی اس نے صرف ایک لحہ کے لیے غفلت کی اور اس کا راستہ سو سال دور ہو گیا۔ لیکن آپ کو قدرت کی ستم ظریفی کا گلا کرنے کا زیادہ حق ہے کہ غفلت تو کجا پورے ڈیڑھ سو کروڑ سال تک آپ ممکنہ تیز رفتار سے یعنی روشنی کی رفتار سے دوڑتے ہیں اور اس کے باوجود آپ کی منزل ۹۰۰ سو کروڑ نور سال دور ہو جاتی ہے۔ لیکن غور کیجیے کیا واقعی آپ کا شکوہ بجا ہے۔ آپ کو موقع ہے کہ زمین کی سیاحت کریں یا مریخ کے باشندوں سے ملاقات کریں یا اگر آپ کی جولانی طبع کے آگے یہ میدان بھی تنگ ہو تو آپ کہکشاں کے تمام ستاروں تک ہو آئیں لیکن اگر آپ ساری کائنات کا چکر لگانا چاہیں تو منزلِ مقصود سے دور ہونے کے سوا اور کیا توقع رکھ سکتے ہیں جب کہ آپ جانتے ہیں کہ تمام سحاب ایک دوسرے سے ہٹتے جا رہے ہیں اور کائنات پھیل رہی ہے۔

دسواں باب

کائنات کا ارتقا اور انجام

۱۔ کائنات کی ابتدائی حالت۔

نظریۂ اضافیت کی بنا پر کائنات کے ارتقا کے متعلق بھی چند معلومات حاصل ہوئی ہیں جن کا ذکر ہم اس باب میں کریں گے۔ اس بحث کو شروع کرنے سے قبل ضروری ہے کہ ایک نہایت اہم نکتہ کی توضیح کر دی جائے۔ سائنس داں جب ایک ابتدائی وقت کا ذکر کرتے ہیں تو اس سے ان کا مطلب وہ وقت ہے جب کہ کائنات یکسانیت کی حالت سے نکل کر تغیّر و تبدل کا آغاز کرتی ہے ورنہ ایسے وجود کو جس میں کسی قسم کا تغیّر نہ ہو ہم کسی سائنسی طریقے سے دریافت نہیں کر سکتے بلکہ اس کے عدم اور وجود میں امتیاز بھی نہیں کر سکتے۔

یہ فرض کیا جاتا ہے کہ ابتدا میں جب کہ کائنات میں تغیر پیدا ہوا مادّہ ابتدائی ذرّوں یعنے الکٹروں اور پروٹون کی شکل میں ساری فضا میں یکساں طور پر منقسم تھا اور کسی قسم کی کوئی حرکت نہیں پائی جاتی تھی۔ یہ ابتدائی کائنات وہی آئن شٹائن کی دُنیا ہے جس کا ذکر آٹھویں باب میں کیا جا چکا ہے۔ اس

کائنات کا نصف قطر تقریباً ۸ء ۱۰۶ کرڈوڑ نور سال تھا۔ اس ابتدائی حالت میں کشش اور مدافعت کی وہ دونوں قوتیں جو آئن شٹائن کے قانونِ تجاذب کی بنا پر ملتی ہیں عین برابر ہیں اس لیے ایک یکسانیت کی حالت ہے جس کو خارجی طور پر کسی سائنسی طریقے سے محسوس نہیں کیا جاسکتا۔

۲۔ کائنات میں ابتدائی خلل۔ سحاب کی پیدائش۔

لیکن علم ریاضی کی بنا پر معلوم ہے کہ یکسانیت کی یہ حالت قایم یعنی ہمیشہ برقرار نہیں رہ سکتی بلکہ ذرا سا خلل بھی اس یکسانیت کو ہمیشہ کے لیے ختم کر دینے کے لیے کافی ہے۔ اس یکسانیت کی حالت میں ایک موقع پر خفیف سا خلل واقع ہوتا ہے۔ یہ خلل کس وجہ سے واقع ہوتا ہے اس کا جواب سائنس نہیں دیتی بلکہ کھلم کھلا اقرار کرتی ہے کہ یہ سوال اس کی بساط سے باہر اور اس کے موضوع سے بالکل خارج ہے۔ اس خلل کو ایک دفعہ مان لینے کے بعد جس قدر نتیجے اب بیان کیے جائیں گے وہ علم ریاضی کی بنا پر حاصل ہوئے ہیں۔ ان کے صحیح ہونے سے انکار نہیں کیا جا سکتا۔

یکسانیت میں خلل پڑجانے کی وجہ سے دو قسم کے اثر پیدا ہوسکتے ہیں۔ (۱) یا تو مقامی طور پر انجماد شروع ہوگا یعنی بعض مقاموں پر مادّہ ڈلوں کی شکل میں جمع ہونے لگے گا جس کی وجہ سے وہاں کی کثافت زیادہ ہوجائے گی (۲) یا دوسرا اثر یہ ہوسکتا ہے کہ مادّہ شعاعوں کی شکل میں تبدیل ہوجائے۔

اب علم ریاضی سے معلوم ہوتا ہے کہ اگر یہ دوسری صورت پیدا ہو یعنی مادّہ شعاعوں کی شکل میں تبدیل ہو تو کائنات پھیلے گی نہیں بلکہ سکڑنے لگے گی۔ لیکن ہم گزشتہ باب میں دیکھ چکے ہیں کہ ہماری کائنات سکڑتی نہیں بلکہ پھیل رہی ہے۔ اس بنا پر ہم نتیجہ نکالتے ہیں کہ ابتدائی خلل کی وجہ سے مقامی انجماد پیدا ہوتے ہیں یعنی جو مادّہ یکساں طور پر بچھا ہوا تھا وہ مختلف مقاموں پر جمع ہوکر سحابیوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ اس طرح کائنات میں سب سے پہلے سحاب (nebulae) پیدا ہوتے ہیں۔

۳۔ کائنات کے پھیلاؤ کی وجہ۔

ہم دیکھ چکے ہیں کہ ابتدا میں جبکہ یکسانیت کا دور دورہ تھا کشش کی قوت اور مدافعت (repulsion) کی قوت بالکل برابر تھیں۔ لیکن خلل کی وجہ سے کشش کی قوت کم ہوکر مدافعت کی قوت بڑھ جاتی ہے اور مدافعت کے بڑھ جانے کی وجہ سے مختلف سحاب ایک دوسرے سے دور ہونے لگتے ہیں یعنی کائنات پھیلنے لگتی ہے۔ پھر سحابیوں کے دور ہوجانے کی وجہ سے ان کا درمیانی فاصلہ دور ہوجاتا ہے اور چوں کہ کشش کی قوت فاصلے کے بڑھنے پر کم ہوجاتی ہے اور مدافعت کی قوت اور بڑھ جاتی ہے اس لیے کائنات کا پھیلاؤ بھی اور زیادہ ہوجاتا ہے۔ اب یہ سلسلہ یوں ہی جاری رہتا ہے یعنی کشش کی قوت میں کمی اور مدافعت کی قوت میں اضافے کی وجہ سے کائنات کے پھیلاؤ میں زیادتی ہوتی ہے اور پھیلاؤ میں اضافے کی وجہ سے کشش کی قوت میں

کمی اور مدافعت کی قوت میں زیادتی ہوتی ہے۔

۴۔ ستاروں اور سیّاروں کی پیدائش۔

یہ پھیلاؤ صرف سحابوں کی حد تک محدود ہے۔ یعنی ایک سحاب بحیثیت مجموعی دوسرے سحاب سے دور ہوتا جاتا ہے۔ لیکن خود ایک سحاب کے اندرونی مادّی ذرّوں کے درمیانی فاصلے دو سحابوں کے درمیانی فاصلے کے مقابلے میں بہت کم ہوتے ہیں اس لیے ایک ہی سحاب کے اندر کشش کی قوت مدافعت کی قوت سے زیادہ ہوتی ہے اس لیے ایک سحاب میں پھیلاؤ نہیں ہوتا البتہ سحاب کے اندر بھی مقامی انجماد ہونے لگتے ہیں جس سے مختلف ستارے پیدا ہوتے ہیں جیسے ہمارا سورج ہے۔ گویا کائنات کی ارتقا میں سحابوں کے بعد دوسرے نمبر پر ستاروں کی پیدائش ہے۔ پھر جوں جوں وقت گزرتا جاتا ہے ستاروں میں بھی مقامی انجماد ہوکر مادّہ علیحدہ ہوجاتا ہے۔ ان کو ہم سیّارے کہتے ہیں۔ اسی طرح بعد میں سیّاروں سے چاند نکلتے ہیں اور پھر سیّاروں پر جہاں کہیں دوسرے ارتقائی حالات موافق ہوں یعنی ہوا، پانی، حرارت وغیرہ مناسب شکلوں میں پائی جائیں تو یکے بعد دیگرے اور بتدریج جمادات، نباتات حیوانات اور آخر انسان نمودار ہوتے ہیں۔ یہ یاد رکھنا ضروری ہے کہ ہر ارتقائی منزل کے طے ہونے کے لیے کروڑوں سال درکار ہوتے ہیں۔

۵۔ توانائی کی افادیت۔ ناکارگی کا قانون۔

کائنات کی ابتدا اور ارتقا پر جدید معلومات کی روشنی میں ہم نے

مختصر بحث کی ہے۔ اب ہم اس کے دوسرے سرے یعنی دنیا کے انجام پر غور کریں گے۔ انسانوں کے لیے انجام کا سوال شاید آغاز کے سوال سے زیادہ دلچسپی اور اہمیت رکھتا ہے۔

ہم کہہ چکے ہیں کہ ایسی یکسانیت جس میں کسی قسم کا تغیّر نہ ہو سائنس کی دُنیا میں کوئی حیثیت نہیں رکھتی، اس کا عدم اور وجود دونوں برابر ہیں۔ آپ دُنیا کے کسی واقعہ کی تحلیل کیجیے۔ اس کی حقیقت سوائے اس کے کچھ نہیں کہ مادّہ اور توانائی مختلف حالتیں اختیار کرتے ہیں۔ ہم یہاں طبیعی دُنیا سے بحث کر رہے ہیں۔ ذہن، شعور اور خیال کی دُنیا سے ہمیں کوئی سروکار نہیں۔ طبیعی دُنیا بہرحال مادّہ اور توانائی کی حالت کے تغیّروں کا مجموعہ ہے۔ ان تغیّروں کے متعلق ۱۹ ویں صدی میں ایک انکشاف ہوا تھا جس کا شمار سائنس کے اہم ترین اور چوٹی کے انکشافوں میں ہوتا ہے۔ ہمارے زمانے میں طبیعیات کے باقی سارے قوانین میں کم و بیش انقلاب ہوگیا ہے لیکن یہ قانون ابھی تک اپنی جگہ پر قائم ہے اور علوم طبیعیات، انجنیری اور فلکیات میں بنیادی قانون کا مرتبہ رکھتا ہے۔ اس قانون کو سمجھنے کے لیے ایک دریا کے بہنے پر غور کیجیے۔ دریا کا پانی قدرتی طور پر نشیب کی طرف بہتا ہے بلندی کی طرف نہیں بہتا۔ اسی طرح دُنیا میں جتنے تغیّر ہوتے ہیں صرف ایک ہی سمت میں ہوسکتے ہیں مقابل سمت میں نہیں ہوسکتے۔ سائنس میں معلوم ہوا ہے کہ افادیت کے نقطۂ نظر سے توانائی کی دو حالتیں ہیں، مفید اور غیر مفید۔ آئن سٹائن کے

قانون سے ہم جانتے ہیں کہ مادّہ اور توانائی دو مختلف چیزیں نہیں بلکہ ایک ہی چیز کی دو حالتیں ہیں۔ اس لیے یہاں جب ہم توانائی کہیں تو مادّے کو بھی اس میں شامل سمجھنا چاہیے۔ اب توانائی کی ایک تو مقدار ہوتی ہے اور ایک اس کی افادیت۔ مقدار کے لحاظ سے تو ساری کائنات کی توانائی مستقل رہتی ہے۔ یہ بقائے توانائی کا قانون ہے۔ لیکن توانائی کی افادیت میں تبدیلی ہو سکتی ہے اور ۱۹ ویں صدی کے جس مشہور قانون کی طرف ہم نے اشارہ کیا ہے اس کا منشا یہ ہے کہ کائنات میں جب کبھی کوئی تغیّر ہوتا ہے تو توانائی کی افادیت میں ہمیشہ کمی ہوتی ہے۔ یعنی تغیّر سے پہلے توانائی جتنی مفید تھی تغیّر کے بعد اس سے کم مفید ہو جاتی ہے۔ کوئی تغیّر ایسا نہیں ہو سکتا کہ توانائی کی افادیت میں اضافہ ہو یعنی توانائی پہلے کی بہ نسبت زیادہ مفید ہو جائے۔ اگر افادیت کی کمی کو ہم نشیب سے تشبیہ دیں تو کہہ سکتے ہیں کہ توانائی ہمیشہ نشیب کی طرف بہتی ہے۔ علم طبیعیات میں اس قانون کو اس طرح بیان کرتے ہیں کہ دنیا کی "ناکارگی" (entropy) میں ہمیشہ اضافہ ہوتا ہے کبھی کمی نہیں ہوتی۔ اس لحاظ سے توانائی کا کم مفید ہونا ناکارگی میں اضافے کے مماثل ہے۔ ہم نے دیکھا ہے کہ روشنی کی شعاعوں کے مختلف طول موج ہوتے ہیں۔ چھوٹے طول کی شعاعوں کی توانائی زیادہ مفید حالت میں ہوتی ہے اور بڑے طول کی شعاعوں کی توانائی کم مفید حالت میں ہوتی ہے۔ اسی طرح حرارت کی توانائی روشنی کی توانائی کی بہ نسبت کم مفید حالت میں ہوتی ہے۔

ہم پھر آگاہ کردیتے ہیں کہ توانائی کی افادیت اور توانائی کی مقدار دو مختلف چیزیں ہیں اور ان دونوں کے فرق کا ہمیشہ لحاظ کرنا چاہیے۔

۱۶۔ کائنات کا خاتمہ۔

ابتدا میں کائنات کی ساری توانائی مفید ترین حالت میں تھی اور تغیّروں کے واقع ہونے کے ساتھ ساتھ توانائی کی افادیت میں کمی ہوتی گئی۔ موجودہ زمانے میں توانائی کا ایک حصّہ مفید حالت میں اور باقی حصّہ غیر مفید حالت میں ہے۔ ہر تغیّر میں مفید حالت کم اور غیر مفید حالت زیادہ ہوتی جارہی ہے۔ ایک وقت ایسا ضرور آئے گا کہ تمام توانائی کامل غیر مفید حالت میں منتقل ہوجائے گی۔ اس کے بعد پھر کوئی تغیر ہونے کی گنجایش نہیں ہے کیوں کہ تغیّر اسی صورت میں ہوسکتا ہے جب کہ کچھ حصّہ مفید حالت میں ہو۔ تمام توانائی کے کامل غیر مفید حالت میں منتقل ہوجانے کو ہم دوسرے طور پر یوں بیان کرسکتے ہیں کہ کائنات کی ناکارگی اپنی سب سے بڑی قیمت پر پہنچ چکی۔ اس کے بعد پھر وہی یکسانیت چھا جاتی ہے اور کوئی تغیّر نہیں ہوتا۔ دنیا چونکہ تغیّروں کا مجموعہ ہے اس لیے جب ساری کائنات میں کوئی تغیّر نہیں ہوسکے گا تو بس یہی دنیا کا خاتمہ ہے۔

چار پانچ سال قبل تک جدید سائنس کے اصول پر یہ نتیجہ ناقابلِ انکار تھا کہ دنیا کا خاتمہ یقینی اور اٹل ہے اگرچہ یہ بیسویں یا چالیسویں صدی میں پیش آنے والا واقعہ نہیں بلکہ اس کے لیے ابھی کروڑوں صدیاں درکار ہیں۔ لیکن ابھی حال میں چند محققین نے

نظریۂ اضافیت کی بنا پر یہ نتیجہ اخذ کیا ہی کہ دُنیا میں ایسے تغیّر بھی ہوسکتے ہیں جن میں کائنات کی ناکارگی میں اضافہ ہونا ضروری نہیں۔ اس بنا پر یہ کہا جاسکتا ہی کہ ممکن ہی کائنات میں ابدالآباد تک تغیّر ہوتے چلے جائیں اور دُنیا کا کبھی خاتمہ نہ ہو۔

اس نئے نتیجے کی صحت ابھی مسلّم نہیں اور اس پر بہت کچھ کام کرنا باقی ہی۔ فی الحال سائنس میں وہی ۱۹ ویں صدی والا قانون رائج ہی کہ ہر تغیّر میں کائنات کی ناکارگی بڑھتی جاتی ہی یعنی توانائی کم مفید ہوتی جاتی ہی۔

گیارھواں باب

نظریۂ اضافیت کی موجودہ صورتِ حال

۱۔ جدید تحقیقوں کے تین بڑے مسئلے۔

اس باب میں ہم ان مسئلوں کا مختصر ذکر کریں گے جن پر آجکل تحقیق ہو رہی ہے۔ ابھی ان مسئلوں کا کوئی تصفیہ نہیں ہوا اور مختلف محققین مختلف طریقوں سے ان پر غور کر رہے ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ اس منزل پر ہم کوئی قطعی رائے نہیں دے سکتے اور نہ تفصیل بیان کر سکتے ہیں۔

نظریۂ اضافیت کے زیر تحقیق مسئلوں کو تین بڑی جماعتوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

(۱) ایک تو برقی اور مقناطیسی قوتوں کو عام اضافیت کے تحت لانے کا مسئلہ ہے۔ (۲) دوسرے "کونیات" (Cosmology) یعنی کائنات پر بحیثیت مجموعی بحث (۳) اور تیسرے نظریۂ جوہر (atom) پر اضافیت کا استعمال۔

۲۔ برقیات اور اضافیت۔

چھٹے باب میں ہم نے دیکھا ہے کہ عام نظریۂ اضافیت میں قوت کوئی خارجی شے نہیں بلکہ خود فضا کی ایک خاصیت ہے۔ اس بنا پر

آئن شٹائن نے فضا کے لیے اقلیدسی کے ہندسے کو ماننے کی بجائے ریمان کا نا اقلیدسی ہندسہ فرض کیا اور اس طرح تجاذبی قوت کو فضا کی خاصیت میں شامل کرلیا۔ آئن شٹائن کے اس عام نظریہ میں جو ۱۹۱۵ء میں شایع ہوا تجاذبی قوت تو فضا کی خاصیتوں میں شامل ہوگئی اور کوئی خارجی چیز نہیں رہی، لیکن برقی مقناطیسی قوت پھر بھی علیحدہ خارجی چیز رہ گئی۔ اس وقت آئن شٹائن کی سمجھ میں نہیں آیا کہ برقی مقناطیسی قوت کو فضا کی خاصیت میں کس طرح شامل کیا جاسکتا ہے اس مشکل کو حل کرنے کی طرف سب سے پہلے ہرمان وائل (Hermann Weyl) نے ۱۹۱۸ء میں قدم اٹھایا۔

اس حل کا بنیادی تصوّر یہ ہے کہ فضا کے لیے ریمان کا نا اقلیدسی ہندسہ نہیں استعمال کرنا چاہیے جیسا کہ آئن شٹائن کے ۱۹۱۵ء والے عام نظریہ میں کیا جاتا ہے بلکہ اس سے بھی زیادہ پیچیدہ ہندسہ استعمال کرنا ضروری ہے۔ وائل نے کہا کہ اگرچہ آئن شٹائن کے نظریہ میں "مکاں۔ زماں" اضافی ہیں لیکن غلطی سے ایک چیز مطلق رہ گئی ہے۔ اور وہ چیز "پیمانہ" یعنی ناپ کی اکائی ہے حالاں کہ پیمانے کو بھی اضافی ہونا چاہیے۔ اس طرح ہر مقام پر "مکاں۔ زماں" کے ساتھ ساتھ ناپ کا پیمانہ مختلف ہوگا اور اس لیے دو واقعات کے درمیانی وقفے کے لیے جو جملہ لیا جاتا ہے وہ آئن شٹائن کے عام نظریے والے جملے کی نسبت زیادہ پیچیدہ ہوگا۔ اس نئے جملے سے برقی مقناطیسی قوت

کی بھی اسی طرح توجیہ ہوتی ہے جس طرح تجاذبی قوت کی۔ اس نئے نظریے میں تجاذبی اور برقی مقناطیسی دونوں قوتیں فضا کی خاصیتوں میں شامل ہوجاتی ہیں اور وقفے کے لیے ایک ہی جملے سے اخذ ہوتی ہیں۔ اس جدید نظریہ کو "میدانی نظریہ" (unified field theory) کہتے ہیں۔ ۱۹۱۹ء میں پروفیسر ایڈنگٹن نے اس نئے نظریہ کو بہتر شکل میں پیش کیا لیکن پھر بھی وہ مکمل نہیں ہوسکا۔ گزشتہ پندرہ برس سے خود پروفیسر آئن شٹائن میدانی نظریہ پر برابر تحقیق کیے چلے جارہے ہیں۔ چنانچہ حال میں (۱۹۳۹ء میں) انھوں نے ایک نیا مقالہ شایع کیا ہے جس سے توقع پیدا ہوتی ہے کہ اس دیرینہ مسئلے کی یکسوئی ہوجائے۔

۴۔ کونیات

آٹھویں، نویں اور دسویں ابواب میں ہم نے کائنات پر بحیثیت مجموعی بحث کی ہے لیکن ہم نے اپنی بحث کو صرف آئن شٹائن اور ڈے سٹر کی ابتدائی تحقیقوں تک محدود رکھا ہے۔ ان دونوں نے کائنات کے جو نمونے پیش کیے ہیں وہ سکونیاتی (Statical) نمونے ہیں اور صرف ایک حد تک صحیح ہیں۔ اس کے بعد سے مختلف لوگوں نے حرکیاتی (dynamical) نمونوں پر تحقیق کرنا شروع کیا اور بہتر نتیجے حاصل کیے۔ ان میں زیادہ مشہور تحقیقات ایڈنگٹن (Eddington) فرید مان (Friedmann) لے میتر (Lemaitre) ملن (Milne) اور ٹولمان (Tolman)

کی ہیں۔ اس موضوع کے متعلق تجربے اور مشاہدے زیادہ تر امریکہ میں ہبل (Hubble) شاپلی (Shapley) اور ہیوماسن (Humason) وغیرہ کے تحت ہو رہے ہیں جو بڑی بڑی دوربینوں کی مدد سے مواد جمع کرنے اور اس کی تحلیل کرنے میں مصروف ہیں۔ گزشتہ چار پانچ سال سے دو سو انچ کی ایک دوربین تیار کی جا رہی ہے اور جب یہ نصب ہو جائے گی تو امید ہے کہ ستاروں اور سحابیوں کے متعلق بہت سے نئے واقعات دریافت ہوں گے اور کائنات کے متعلق معلومات میں غیر معمولی اضافہ ہوگا۔ اس وقت ان معلومات کی روشنی میں کائنات کا ایک زیادہ صحیح نظریہ پیش کیا جا سکے گا۔

۴۔ نظریۂ جوہر اور اضافیت۔

۱۸۹۵ء تک یہ مان لیا جاتا تھا کہ جوہر atom مادے کا سب سے چھوٹا ذرہ ہے جس کی مزید تقسیم نہیں کی جا سکتی۔ لیکن اس سال تھامسن J. J. Thomson نے تجربوں سے دریافت کیا کہ جوہر سے چھوٹے مادی ذرے بھی ہوتے ہیں جو اس میں سے خارج ہوتے ہیں اور جن کو "الکٹرون" (Electron) کہا جاتا ہے۔ مادے میں سے شعاعوں کا خارج ہونا ان ہی الکٹرونوں کی حرکت پر منحصر ہے۔ بیسویں صدی کی ابتدا میں تجربوں اور نظریہ کی بنا پر معلوم ہوا کہ الکٹرون کی حرکت کے لیے بھی نیوٹن کا نظریہ صحیح نہیں ہے۔ ان مظاہر کو ہم "جوہری مظاہر" (atmoic phenomena

کہہ سکتے ہیں اور یہ چھوٹے پیمانے پر واقع ہونے والے مظاہر ہیں کیوں کہ جوہر یا ان کے اجزا الکٹرون بہت چھوٹے ذرّے ہیں جو طاقت ور خوردبین سے بھی نہیں دکھائی دیتے۔ پھر ان چھوٹے پیمانے والے واقعات کے لیے ایک نئے نظریے کی ضرورت محسوس ہوئی جس کا پہلا اور بنیادی اُصول پلانک (Planck) نے ۱۹۰۰ء میں دریافت کیا۔

جب سے انسانوں نے شعور کے ساتھ دنیا کے واقعات پر غور و فکر کرنا شروع کیا ہے یہ مانا گیا ہے کہ قدرت میں تسلسل پایا جاتا ہے یعنی جتنے تغیر ہوتے ہیں سب مسلسل ہوتے ہیں۔ پلانک نے سب سے پہلی مرتبہ سائنس میں غیر تسلسل داخل کیا۔ اس نے کہا کہ تسلسل کو مان کر چھوٹے پیمانے والے واقعات کی توجیہ نہیں کی جاسکتی۔ واقعات توانائی کے تغیّر پر مبنی ہیں اور توانائی میں تبدیلی مسلسل نہیں بلکہ غیر مسلسل ہوتی ہے۔ اس نئے نظریے کو "کوانٹم نظریہ" (quantum theory) کہتے ہیں۔ ۱۹۰۵ء میں آئن شٹائن نے اس نظریے کو روشنی پر اور ۱۹۱۳ء میں بوہر (Bohr) نے اس کو مادّی جوہر پر استعمال کیا۔ ۱۹۲۴ء میں ڈے بروگلی (De Broglie) نے، ۱۹۲۵ء میں ہائی زن برگ (Heinsenberg) نے اور ۱۹۲۶ء میں شروڈنگر (Schrodinger) نے کوانٹم نظریے کو ترقی دے کر زیادہ صحیح شکل میں پیش کیا۔

یہاں تک کوانٹم نظریہ اور اضافیت کا نظریہ ایک دوسرے

سے علیحدہ ترقی پاتے رہے۔ چھوٹے پیمانے والے واقعات کے لیے یعنی جوہری مظاہر کے لیے کوانٹم نظریہ اور بڑے پیمانے والے یا تیز رفتار سے نمودار ہونے والے واقعات کے لیے اضافیت کا نظریہ استعمال ہوتا رہا۔ یہ معلوم تھا کہ چھوٹے پیمانے والے واقعات میں بھی رفتار میں بہت تیز ہوتی ہیں مثلاً کسی جوہر میں سے جب الکٹرون نکلتے ہیں تو اُن کی رفتار روشنی کی رفتار کے لگ بھگ ہوتی ہے اس لیے جوہر یا الکٹرون کی حرکت پر بھی اضافیت کا نظریہ استعمال ہونا چاہیے۔ یعنی ایک ایسا نظریہ دریافت کرنا چاہیے جو کوانٹم نظریہ اور اضافیت کے نظریے دونوں کے بنیادی اُصول کو پورا کرتا ہو۔ ایسے "اضافیتی کوانٹم نظریہ" (relativistic quantum theory) کی سب سے پہلی کامیاب کوشش ۱۹۲۸ء میں ڈیراک (Dirac) نے کی۔ اس کے بعد سے شرو ڈنگر، ڈے برو گلی، ایڈنگٹن، بورن وغیرہ اس کوشش میں لگے ہوئے ہیں کہ نظریۂ اضافیت اور کوانٹم نظریہ کو مکمل طور پر ایک دوسرے کے ساتھ ملا دیا جائے۔ آج کل کی طبیعیاتی تحقیقوں میں اضافیتی کوانٹم نظریہ کا موضوع سب سے زیادہ دل چسپ اور سب سے زیادہ اہم مانا جاتا ہے۔

⁂

اضافیت

فرہنگ اصطلاحات اور اشاریہ

(جس کے ساتھ مصنفین اور سائنس‌دانوں کے نام بھی شامل ہیں)

آسان‌ترین راستہ	Geodesic	۹۶
آمیزہ	Mixture	۲۵
آئن شٹائن	Einstein	سرورق
اثیر	Ether	۲۶
استحالہ	Transformation	۶۸
اسراع	Accelleration	۲۰
اشاعت	Propagation	۲۶
اصول اضافیت	Principle of relativity	۱۸
اضافیت	Relativity	سرورق
اضافیتی کوانٹم نظریہ	Relativistic quantum theory	۱۵۲
افلاطون	Plato	۳۵
افادیت	Usefulness	۱۴۲
اقلیدس	Euclid	۵۵
الکٹرون	Electron	۲۶
انجماد	Condensation	۱۳۰
انعکاس	Reflection	۳۸

۱۴۹	Eddington	ایڈنگٹن
۹۲	Self-evident	بدیہی
۱۹	Electricity	برق
۳۵	Electric field	برقی میدان
۱۴۸	Electromagnetic force	برقی مقناطیسی قوت
۱۵۱	Macro-phenomena	بڑے پیمانہ والے واقعات
۱۸	Ptolemaic System	بطلیموسی نظام
۵۵	Dimension (s)	بُعد (ابعاد)
۲۶	Conservation of energy	بقاے توانائی
۱۱۳	Conservation of matter	بقائے مادہ
۱۵۱	Niels Bohr	بوھر
۱۵۲	Max Born	بورن
۳۱	B-rays	بہ - شعاعیں
۱۲۰	Infinite	بےانتہا
۱۳۹	Proton	پروٹون
۱۵۱	Max Planck	پلانک
۳۱	Radioactive	تابکار
۱۷	Gravitation	تجاذب
۲۵	Constant of gravitation	تجاذب کا مستقل
۲۳	Gravitational mass	تجاذبی کمیت
۱۹	Experiment	تجربہ
۱۳۲	Laboratory	تجربہ خانہ
۳۸	Interference	تداخل
۱۵۱	Continuity	تسلسل
۸۳	Equivalence	تعادل

نموج	Undulation	۲۶
توانائی	Energy	۲۵
توجیہہ	Explanation	۲۰
ثانیہ	Second	۲۹
ٹولمان	Tolman	۱۴۹
ٹھوس	Solid	۲۶
جاذبۂ ارض	Earth's gravity	۲۳
جمود	Inertia	۲۱
جمودی کمیت	Inertial mass	۲۳
جھولن	Pendulum	۳۳
جوہر	Atom	۲۶
چپٹی (اقلیدسی) فضا	Flat Space	۱۲۲
چھوٹے پیمانہ والے واقعات	Micro-phenomena	۱۵۱
حرارت	Heat	۲۵
حساس	Sensitive	۳۸
حضیض	Perihelion	۲۸
حوالہ کے محدد	Co-ordinates of reference	۵۵
خلل	Perturbation	۳۹
خیال	Image	۱۲۵
دور	Period	۱۳۲
دوربین	Telescope	۳۸
دہانہ	Object glass	۱۳۶
ڈے بروگلی	De Broglie	۱۵۱
ڈے سٹر	De Sitter	۱۲۳
ڈیراک	Dirac	۱۵۱

۹۶	Gradient	ڈھال
۷۵	Proper (time etc.)	ذاتی (وقت، طول وغیرہ)
۲۳	Particle	ذرہ
۲۸	Vertex	راس
۱۹	Velocity	رفتار
۷۲	Composition of velocities	رفتاروں کی ترکیب
۳۱	Radium	ریڈیم
۳۰	Saturn	زحل
۴۲	Time	زمان (وقت)
۴۷	Nebula	سحاب
۴۰	Contraction	سکڑاؤ
۱۹	Straight uniform motion	سیدھی یکساں رفتار
۱۹	Planets	سیارے
۵۰	Shapley	شاپلی
۲۹	Rate	شرح
۵۱	Schrodinger	شروڈنگر
۲۱	Sirius	شعرائے یمانی
۶۷	Meteor	شہاب ثاقب
۶۲	Formula	ضابطہ
۱۷	Physics	طبیعیات
۱۱۵	Wave-length	طول موج
۱۱۶	Spectrum	طیف
۸۲	General theory of relativity	عام نظریۂ اضافیت
۲۷	Mercury	عطارد
۷۳	Cause and effect	علّت و معلول

ه

علم حرکت	Dynamics	۱۹
علم ہندسہ	Geometry	۵۵
علی القوائم	At right angles	۳۸
عنصر (کیمیاوی)	Element (Chemical)	۲۵
غیر محدود	Unbounded	۱۲۲
غیر تسلسل	Discontinuity	۱۵۱
غیر شفاف	Opaque	۱۲۵
فٹزجیرالڈ	Fitzgerald	۳۰
فریدمان	Friedman	۱۳۹
فضا	Space	۳۴
فضا کا پیچ و خم	Curvature of space	۹۴
فلسفۂ	Philosophy of knowledge	۱۷
فیثاغورث	Pythagoras	۳۷
قرارداد	Convention	۵۷
قرین قیاس	Plausible	٦۵
قوت	Force	۲۰
قوت باصرہ	Faculty of sight	۴۴
قوت لامسہ	Faculty of touch	۴۴
قوس	Arc	۳۱
کائنات	Universe	۱۷
کائنات کا پھیلاؤ	Expansion of the universe	۱۳۰
کائنات کا نمونہ	Model of the universe	۱۳۹
کپلر	Kepler	۲۰
کثافت	Density	۱۲۰
کشش	Attraction	۲۳

کلاسیکی	Classical	٦۴
کمیت	Mass	٢٢
کوانٹم نظریہ	Quantum Theory	١٥٢
کوپرنیکس	Copernicus	١٩
کونیات	Cosmology	١۴٧
کہکشاں	Milky way	٣۴
گلیلیو	Galileo	١٨
گیس	Gas	٢٨
لامتناہی	Infinite	٧٢
لورنٹز	Lorentz	۴٢
لورنٹز کے تبدیلی ضابطے	Lorentz transformation	٦٨
لےمیتر	Lemaitre	١۴٩
مادہ	Matter	٢٥
ماسکہ	Focus	٢٠
مائع	Liquid	٢٦
مبدا	Origin	٥٦
متغیر ستارے	Cepheid variables	١٣٢
متناسب	Proportional	٢٢
متناہی	Finite	١٢٠
متوازی	Parallel	٥٨
مجاز اور حقیقت	Appearance and reality	٧٩
محدود نظریہ و اضافیت	Special Theory of relativity	٦٣
محور	Axis	١٩
محیط	Circumference, perimeter	١٢٧
مدار	Orbit	٢٠

مدافعت	Repulsion	۳۳
مدّ و جزر	Ebb and tide	۲۵
مرکز	Centre	۱۹
مرکب	Compound	۲۵
مریخ	Mars	۳۰
مڑی ہوئی فضا	Curved space	۰۲
مزاحمت	Resistence	۲۲
مسام	Pore	۳۴
مشاہد	Observer	۵۰
مشاہدہ	Observation	۱۹
مشتری	Jupiter	۱۳۰
مطلق	Absolute	۳۴
معکوس متناسب	Inversely proportional	۲۳
مفروضہ (مفروضے)	Postulate (s)	۲۰
مقناطیس	Magnet	۲۵
مکان (جگہ)	Space	۴۲
مکان - زمان	Space-time	۵۵
ملن	Milne	۱۴۹
ملیکن	Millikan	۱۱۳
منبع	Source	۳۸
منظر (مناظر)	Phenomenon (phenomena)	۱۷
موج	Wave	۲۶
میکانیکی	Mechanical	۳۳
میکسول	Maxwell	۳۷

میکلسن ۔ مورلے کا تجربہ	Michelson-Morley's experiment	۳۲
نا اقلیدسی هندسه	Non-Euclidean geometry	۹۷
ناکارگی	Entropy	۱۴۲
ناقص	Ellipse	۲۰
ناپ	Measure	۳۹
نسبت	Ratio	۲۲
نصف‌النهار	Meridian	۴۳
نظام شمسی	Solar system	۱۹
نظریه	Theory	سرورق
نظریهٔ جوهر	Atomic theory	۷۱
نفسیاتی	Psychological	۵۴
نور (روشنی)	Light	۲۵
نور سال	Light year	۱۲۰
نیوٹن	Newton	
واسطه	Medium	۲۶
واقعه	Event	٦۰
وائل	Weyl	۱۴۸
وقت کا پھیلاؤ	Dilatation in time	۷۸
وقفه	Interval	٦۱
هائیڈروجن	Hydrogen	۲٦
هائی‌زن‌برگ	Heisenberg	۱۵۱
هبّل	Hubble	۱۲۲
هرکیولس	Hercules	۲۳
هم تغیر	Covariance	۸۳